

Aus der Anaesthesieabteilung (Leiter: Prof. Dr. R. Frey)
der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz (Direktor: Prof. Dr. G. Brandt)

Die Anaesthesie bei Kindern

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von

Dr. Dusdee Vorasaph

aus Bangkok, Thailand

1 9 6 1

Aus der Anaesthesieabteilung (Leiter: Prof. Dr. R. Frey)
der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz (Direktor: Prof. Dr. G. Brandt)

Die Anaesthesie bei Kindern

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von

Dr. Dusdee Vorasaph

aus Bangkok, Thailand



1 9 6 1

Dekan: Prof. Dr. K. L a n g

Referent: Prof. Dr. R. F r e y

Korreferent: Prof. Dr. G. B r a n d t



Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	5
II. Zur Klinik der Kindernarkose	6
A. Geschichtliche Vorbemerkungen	6
B. Problematik der Narkose im Kindesalter	7
III. Methodik der Anaesthetie bei Kindern	11
A. Praemedikation	11
B. Anaesthetietechnik	13
1. Die Lokalanaesthetie	13
2. Die Allgemeinnarkose	14
a) Orale Narkose	15
b) Rectalnarkose	15
c) Intravenöse Narkose	16
d) Inhalationsnarkose	18
e) Endotracheale Intubation	20
C. Adjuvantien der Anaesthetie	22
a) Die Muskelrelaxantien	22
b) Die Narkose kombiniert mit der künstlichen Hypothermie	23
D. Ergänzende Maßnahmen	25
a) Postoperative Überwachung	25
b) Schockprophylaxe und Schocktherapie	26
IV. Statistik	28
V. Eigene Beobachtungen in der Chirurgischen Universitätsklinik	29
a) Praemedikation	29
b) Offene Tropfmethode	30
c) Halboffenes System	32
d) Halbgeschlossenes System (mit Rückatmung)	33
e) Nebenwirkungen	34
f) Komplikationen	37
VI. Zusammenfassung	41
VII. Literaturverzeichnis	43
VIII. Verzeichnis der Tabellen	45
IX. Verzeichnis der Abbildung	61
X. Lebenslauf	72

I. Einleitung

In der Kunst und der Medizin der Antike und des Mittelalters wurde das Kind lediglich als eine „Miniaturausgabe“ des Erwachsenen aufgefaßt: die Söhne Laokoons wurden – um nur ein Beispiel zu nennen – auch anatomisch vom Bildhauer als „kleine Erwachsene“ dargestellt.

Erst unser naturwissenschaftliches Zeitalter hat mit der Einführung exakter Meßmethoden und genauer Beobachtungen der Natur die Erkenntnis gebracht, daß der Säugling und das Kind sich sowohl in seinem Körperbau, als auch in der Physiologie seiner körperlichen und geistigen Funktion grundlegend vom Erwachsenen unterscheidet. Die logische Folge dieser Erkenntnis war die Abspaltung der Kinderheilkunde vom Stamm der inneren Medizin.

Das moderne Äquivalent dieser Entwicklung ist die spezialistische Beschäftigung auch mit den besonderen Problemen der Kinderchirurgie, die an zahlreichen Universitäten bereits zu eigenen Abteilungen, teilweise sogar eigenen Lehrstühlen geführt hat. Ein reges Zeugnis hierfür stellen die inzwischen erschienenen Lehr- und Handbücher der Kinderchirurgie dar: es sei an das soeben herausgekommene mehrbändige Werk der Kinderchirurgen der Münchner Universität, Prof. Oborniedermayer, erinnert.

Ungeahnte Erfolge und neue Möglichkeiten wurden durch diese Fortschritte angebahnt. Die Operationsindikationen konnten ausgedehnt werden auf das Neugeborenen- und früheste Säuglingsalter. Die Mortalität konnte entscheidend gesenkt werden, selbst bei Eingriffen in großen Körperhöhlen.

Beigetragen zu diesen Fortschritten hat die neueste Entwicklung der Anaesthetik, die zwangsläufig den an sie gestellten Forderungen Rechnung tragen und sich ebenfalls spezialistisch mit den besonderen Bedingungen der Anaesthetik bei Kindern auseinandersetzen mußte. In spezialisierungsfreudigen Ländern, wie den Vereinigten Staaten und England, gibt es sogar bereits besondere Anaesthetisten für Kinderkliniken: als führend gilt DIGBY LEIGH, Professor für Kinderanaesthetik an der Universität Los Angeles und Autor der ersten Monographie über Kinderanaesthetik. Auch an dem bekannten Kinderkrankenhaus der Universität London (Great Ormond Street) sind besondere Kinderanaesthetisten tätig.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, die inzwischen auch in Deutschland auf dem Gebiet der Kinderanaesthetik gewonnenen Fortschritte und Erkenntnisse an dem Beispiel der Mainzer Universitätskliniken zusammenfassend darzustellen und die in Mainz erzielten klinischen Ergebnisse auszuwerten.

II. Zur Klinik der Kindernarkose

A. Geschichtliche Vorbemerkungen

Unter allgemeiner Betäubung versteht man die vollkommene Ausschaltung des Bewußtseins und die Herabsetzung der sensiblen und motorischen Funktionen durch pharmakologische Mittel. Je nach der verschiedenen Art ihrer Zuführung unterscheiden wir:

- a) die Inhalationsnarkose,
- b) die intravenöse Narkose,
- c) die rectale Narkose.

Bei allen Zuführungen gelangt das narkotische Mittel direkt oder indirekt ins Blut und damit in die einzelnen Organe des Körpers. Diese werden von dem Narkosemittel verschieden beeinflußt, am stärksten das Zentralnervensystem (GOHRBANDT).

Vor etwa 3500 Jahren v. Christus schon wurden Narkosemittel bei Operationen angewandt (Genesis 2). Später erst wurden die einzelnen narkotisierenden Substanzen entdeckt. Im Jahre 1847 wurde J. SNOW, der eine Monographie über die Äthernarkose veröffentlicht hatte, als erster hauptberuflicher Anaesthetist anerkannt. Im selben Jahre hatte J. SIMPSON das Chloroform als Nartotikum eingeführt. Durch Vervollkommnung der Narkosetechnik gelang es im Laufe der Zeit, die Gefahren zu mindern, die den Narkosemitteln bis dahin angelautet haben. Hierbei spielte die Einführung der endotrachealen Intubation eine besondere Rolle.

F. TRENDLENBURG fiel der Verdienst zu, im Jahre 1869 die erste endotracheale Intubation an Menschen durchgeführt zu haben. Er konnte sich hierbei auf Tierversuche ANDREAS VESALS stützen

Im 20. Jahrhundert wurden die Methoden und Narkosemittel weiterhin verbessert. Durch Anwendung von Muskelrelaxantien konnten oberflächlichere Narkosen durchgeführt werden, bei gleichzeitiger Verbesserung der Operationsbedingungen.

Neben der Entdeckung der intravenösen Narkose durch Einführung des Evipans bedeutete die Möglichkeit der rectalen Narkoseeinleitung einen wesentlichen Fortschritt besonders für die Kinderanaesthesie. Bereits 1923 versuchte DREVERMANN beim Kind das Hedonal rectal als Vollnarkotikum anzuwenden. Danach gelang es EICHHOLTZ 1927, den von WILLSTATTER und DUISBERG (1926) hergestellten Tribromethylalkohol, das Avertin, für die rec-

tales Narkose auszunutzen. Es zeigte sich jedoch, daß die Vollnarkose mit diesen Mitteln mit erheblichen Gefahren wie Blutdruckabfall, Atemdepression, mangelnde Steuerbarkeit verbunden ist. Um diese zu vermeiden, schufen W. STRAUB und BUTZENGEIGER den Begriff der „Basisnarkose“, welcher sich ab 1928 einbürgerte: durch rectale Applikation von Barbitursäuren (Evipan, Pentothal u. a.) erreichte man einen präoperativen Dämmer Schlaf, auf den eine steuerbare Intubationsnarkose aufgebaut wurde.

Die orale oder rectale Zufuhr von Avertin oder Barbituraten bei Kindern als einzige Maßnahme genügt diesen Forderungen nicht: die Resorption kann wegen Angst verzögert sein. Bei großen Dosen drohen Atemdepression und langer Nachschlaf. Die Basisnarkose muß deshalb ergänzt werden durch eine gut steuerbare Inhalationsnarkose.

B. Problematik der Narkose im Kindesalter

Die Aufgaben einer allgemeinen Betäubung kann man, auch in Bezug auf das Kindesalter, in folgende 4 Punkte gliedern:

1. dem Patienten Schlaf zu bringen und damit den psychischen Stress auszuschalten;
2. eine Analgesie zu bewirken und dadurch störende Reflexe zu vermeiden;
3. die quergestreifte Muskulatur zu erschlaffen, um dem Operateur überhaupt erst sein Vorgehen zu ermöglichen;
4. darüber hinaus soll die Blutung möglichst herabgesetzt werden.

Die Narkose bei Kindern, besonders des Säuglings- und Kleinkindesalters stellt den Anaesthesisten infolge anatomischer und physiologischer Eigenheiten vor eine besondere Aufgabe (JÜNGLING). Die Kinder sind eben nicht nur als die verkleinerte Ausgabe eines Erwachsenen anzusehen.

Auf die anatomischen Gesichtspunkte, die in der Kindernarkose zu berücksichtigen sind, haben LEIGH, STEPHEN, BELTON, ECKENHOFF in entsprechenden Arbeiten aufmerksam gemacht. Von Bedeutung sind die anatomischen Verhältnisse im Bereich des Kehlkopfes. Dieser hat seinen physiologischen Deszensus noch nicht durchgemacht und ist somit durch die Mundhöhle leichter zu erreichen als beim Erwachsenen. Der Kehlkopf liegt weiter unterkieferwärts, die Epiglottis als Leitpunkt bei der Intubation könne gelegentlich ganz klein sein, so daß man sie leicht übersieht. Die Rima glottis, die beim Erwachsenen im Bereich der oberen Luftwege die engste Stelle ist, ist beim Kind relativ weit. Knapp darunter ist dann eine konisch gestaltete Einengung durch den Ringknorpel beim Kind zu finden. Diese Tatsache ist für die Intubation wichtig. Die Kindergrößen der Trachealtuben tragen deshalb durch eine andere Form als die Erwachsenentuben diesem Befunde Rechnung (Abb. 1).

In der folgenden Tabelle sind die ungefähren Durchmesser von Glottis und Ringknorpel in Abhängigkeit vom Alter zusammengestellt (Tab. 1).

Infolge der Kleinheit der anatomischen Verhältnisse ist der Atemwiderstand der Respirationswege schon normalerweise größer als beim Erwachsenen.

Die Physiologie der Atmung weist beim Kinde einige beachtenswerte Besonderheiten auf. Das kindliche Atemzentrum ist gegen Morphin und andere zentral dämpfende Medikamente sehr empfindlich. Alle Narkotika weisen somit eine gegenüber dem Erwachsenen geringere Narkosebreite auf.

Das Atemvolumen ist sehr klein, es beträgt beim Säugling etwa 10–40 ccm und kann beim Schreien bis auf 150 ccm ansteigen. Beim 4 Jahre alten Kind beträgt es 150 ccm und erreicht beim 8jährigen Kind 250 ccm. Diese Zahlen gewinnen an Bedeutung, wenn man sich daran erinnert, daß eine gewöhnliche Schimmelbuschmaske den Totraum um mindestens 50 ccm – manche Narkoseapparate bieten noch ungünstigere Verhältnisse – vergrößert. Die Gefahr der Hypoxie und Hyperkapnie durch Rückatmung der ausgeatmeten Kohlensäure liegt bei diesen ungünstigen Relationen zwischen Atemvolumen und Totraumluft klar auf der Hand. SCHMITZ betont, die Schwierigkeiten bei der Narkose liegen vor allem auf technischem Gebiet und haben ihre Ursache in den für die Durchführung einer Anaesthesie äußerst ungünstigen Respirationsverhältnissen.

Da die Rippen horizontal verlaufen, ist die Atmung beim Säugling und Neugeborenen fast ausschließlich abdominal. Der Typ ist oft periodisch bei einer Frequenz von 40–60/min., also wesentlich mehr als beim Erwachsenen. Die Atemmuskulatur ist noch schwach und schnell ermüdbar.

Die Sauerstoffdissoziationskurve im Blut liegt beim Säugling günstiger als beim Erwachsenen. Sehr hoch ist der Sauerstoffbedarf, etwa das Doppelte des Erwachsenen, bezogen auf das Körpergewicht. Diese Tatsache berechtigt aber keinesfalls zu der Annahme, daß damit auch eine höhere Toleranz gegenüber einem Sauerstoffmangel verbunden ist. KILLIAN betont, daß das Atemzentrum wesentlich empfindlicher auf einen Sauerstoffmangel reagiert als beim Erwachsenen. Die Gefahr einer Schädigung sei viel größer.

Wegen des wesentlich regeren Stoffwechsels des wachsenden Kindes ist der Sauerstoffverbrauch bedeutend größer als beim Erwachsenen. Er beträgt etwa beim Säugling 7,8 ccm/kg/min., gegenüber 3,9 ccm/kg/min., beim Erwachsenen.

Die Schmerzempfindlichkeit beim Säugling ist geringer als beim Erwachsenen; man kommt daher mit einer oberflächlichen Narkose aus. Verschiedene Autoren, worauf später noch hingewiesen werden soll, verzichten deshalb in den ersten Lebensmonaten überhaupt auf eine Allgemeinnarkose.

Neben den erwähnten anatomischen und physiologischen Gegebenheiten kommen im Kindesalter einige Mißbildungen vor, die eine erhöhte Narkoseempfindlichkeit zur Folge haben können.

KILLIAN rät bei folgenden Zustandsformen zu einer besonderen Vorsicht: Hasenscharte, Gaumenspalte, Spalthand, Blasenektomie und anderen Genitalmißbildungen, ferner Megaösophagus, Megacolon, Anal- oder Oesophagusatresien; derartige degenerative Stigmente treten meist nicht isoliert sondern gemeinsam mit Lungen- oder Nierenmißbildungen oder einer funktionel-

len Unterwertigkeit bzw. Mißbildung im ZNS, im Vegetativum oder Endokrinum auf.

Hinzu kommen bestimmte Krankheitszustände, die dem Anaesthesisten unangenehme Überraschungen bereiten können, – so Veränderungen im Bereich der Kiemengangsdrüsen, wie der Thymus (Typus Paltauf, Thymus persistens) oder das Myxoedem (niedriger Grundumsatz), ferner die Epilepsie, die Tetanie und gewisse allergische Zustände. Unter den Krankheitsbildern, welche bei der Narkose Schwierigkeiten bereiten können, finden wir auch hormonelle Störungen (z. B. die Adipositas hypogenitalis) und Vitaminmangelkrankheiten, wie die Rachitis, die Möller-Barlow'sche Krankheit mit Deformationen des Knochengerüstes.

Eine besondere Gruppe von Erkrankungen stellen die kongenitalen Mißbildungen des Herzens und der Gefäße dar, die mit chronischer Cyanose und Hypoxie, durch veränderte Druckverhältnisse im großen und kleinen Kreislauf (a.v. SHUNT) einhergehen können und einer besonderen Berücksichtigung bedürfen.

Im Kindesalter verlaufen allergische Erkrankungen viel dramatischer als beim Erwachsenen. Beim Kind gehen hyperergische Reaktionen sehr rasch in exsudativ oedematöse Zustandsbilder über. Das akute Epiglottisoedem schwebt als Damoklesschwert über jeder Injektion oder Applikation eines Medikamentes bei einem empfindlichen Kinde.

Zur Narkose spielt bei Operationen am Kinde das psychische Narkosetrauma eine besonders wichtige Rolle. Wenn wir an die Angst denken, die früher die Kinder vor der Narkosemaske hatten, so daß eine zweite Operation meist der Vergewaltigung eines tödlich verängstigten Kindes gleichkam, und dies mit der jetzigen Zeit vergleichen, wo die kleinen Patienten infolge der differenzierten Praemedikation und der schonenden Einleitung der Narkose nicht mehr realisieren, daß sie überhaupt operiert werden, so zeigt sich darin die Wandlung, die die moderne Anaesthesie für die Kinderchirurgen gebracht hat. Für das Säuglingsalter spielt dieser Vorteil allerdings keine so große Rolle, da psychische Engramme erst vom 2. Lebensjahr an bedeutungsvoll werden (NICOLE).

Beim Säugling und Kleinkind ist zu beachten, daß es schnell infolge des hohen Sauerstoffbedarfs zu einer schweren Hypoxie kommen kann. Trachea und Bronchen weisen in diesem Alter einen verhältnismäßig großen Totraum auf; die Alveolen sind noch nicht vollständig ausgebildet und es besteht eine erhebliche Neigung zu Atelektasenbildung. DIGBY LEIGH verlangt zur Vermeidung einer Hypoxie, auf deren Gefahr er auch hinweist, einen hohen Sauerstoffgehalt des Narkosegases, Freihaltung der Atemwege und eine ausreichende Belüftung der Lungen.

Die ideale Methode zur Freihaltung der Atemwege ist natürlich die Umgebung der Mundhöhle durch einen endotracheal eingeführten Tubus. Grundsätzlich ist endotracheale Intubation in jedem Lebensalter möglich, also auch im Neugeborenen-, Säuglings- und Kleinkindesalter. Bei der Intubation im frühen Kindesalter sind lediglich die oben bezeichneten anatomischen und physiologischen Besonderheiten zu beachten. Eine häufig geübte Methode der Intuba-

tion ist die Einleitung mit Inhalationsnarkotikum (Äther, Halothan) bis zur Erreichung des Stadiums III, 2–3, d. h. bis zum Erlöschen der Schutzreflexe im Bereich der oberen Luftwege.

Der kindliche Kreislauf scheint gegenüber der Gefährdung durch Asphyxie und Ateminsuffizienz widerstandsfähiger als der des Erwachsenen zu sein. Im Gegensatz dazu ist der Säugling besonders empfindlich gegen starke Blutverluste und die damit verbundenen Blutdruckschwankungen. Dies ist allein schon durch die relativ geringe Blutmenge des Säuglings (120 ml/kg Körpergewicht) zu erklären (JÜNGLING).

Muskelrelaxantien finden auch bei Kindern Anwendung. THUM meint allerdings, man sollte sie bei Kindern unter einem Jahr vermeiden. Im allgemeinen wird dem Succinylcholinchlorid gegenüber dem Curare der Vorzug gegeben.

III. Methodik der Anaesthesie bei Kindern

A. Praemedikation

Ein befriedigendes Ergebnis wird durch die Praemedikation nur erreicht, wenn der Anaesthesist die unterschiedlichen Merkmale zwischen dem Organismus des Kindes und dem Erwachsenen berücksichtigt.

Eine Praemedikation sollte grundsätzlich individuell erfolgen! Besonders gilt das jedoch für Kinder bei denen das Alter, der Entwicklungsstand und die psychische Situation beachtet werden müssen (SCHEILA M. ANDERSON).

Die medikamentöse Vorbereitung verfolgt bei Kindern denselben Zweck, wie beim Erwachsenen, nämlich

1. Beruhigung,
2. Hemmung von Hypersekretion der Schleimhäute des Respirationstraktes und der Speicheldrüsen.
3. Verminderung der reflektorischen Hyperaktivität.
4. Eventuell Schmerzlinderung.

Vier Gruppen von Medikamenten werden dazu verwendet, und zwar Opiate, Belladonna-Alkaloide, Barbiturate und Phenothiazine.

Opiate. Wichtigster Vertreter dieser Gruppe und bei Kindern fast ausschließlich verwendet ist das Morphin. Opiate werden von Kindern schlecht vertragen und wenn überhaupt angewandt, dürfen sie nur vorsichtig dosiert werden. Ihr wesentlicher Nachteil liegt in der starken depressorischen Wirkung auf das kindliche Atemzentrum. Die sedative Wirkung der Opiate ist bei Kindern meist geringer als beim Erwachsenen (COLLINS).

In den letzten Jahren wurde Morphin teilweise von Dolantin verdrängt, welches neuerdings bei der Praemedikation eine Vorrangstellung erlangte.

Belladonna-Alkaloide. Wegen der Enge der Luftwege behindern Sekrete bei Kindern viel mehr die Atmung als bei Erwachsenen, so daß vor jeder Kindernarkose eines der Belladonna-Alkaloide in die Vorbehandlung eingeschlossen werden sollte. Scopolamin wird dabei manchenorts dem Atropin vorgezogen, da seine Wirkung nicht nur rascher eintritt, sondern auch stärker ist. Bei akuten Infektionen, Infektionskrankheiten, Dehydration und Anaemien ist aber trotzdem Vorsicht mit der Dosierung angezeigt. Besonders hier kann eine Überdosierung zu erheblichem Temperaturanstieg führen, was wiederum die Krampfbereitschaft erhöht.

Barbiturate. Bei Kindern, die besonders ängstlich sind, oder solchen, die sich besonders intensiv mit der Operation beschäftigen, haben sie besonders am Abend vor der Operation gegeben, großen Wert.

Bei Thiopentalklysma handelt es sich nicht um eine Narkosevorbereitung im eigentlichen Sinne, denn genau genommen müßte man von einer rectal eingeleiteten Narkose reden (HÜGIN). Die Dosierung wird so gewählt, daß die Kinder wohl schlafen, aber noch auf Anruf reagieren. Im allgemeinen wird eine Dosierung von 20–30 mg pro kg Körpergewicht empfohlen. Die Gesamtmenge sollte jedoch 10 ml einer 5–10%igen Lösung nicht überschreiten. Die Wirkung tritt rasch ein, und nach durchschnittlich 20 min. kann die Anaesthesie durch ein Inhalationsnarkoticum vertieft werden. Außer Pentothal können auch andere ultrakurzwirkende Barbiturate, wie Evipan oder Eunacron zur Anwendung kommen (KÖRNER).

Als Kontraindikationen gelten Erkrankungen des Rectums und Colons, schwere Anaemien, Atemhindernisse, ausgeprägte Leber- und Nierenschäden, Myxoedem, Kretinismus und Schock.

Die Dosierung der Opiate, Belladonna-Alkaloide und Barbiturate richtet sich nach Alter, Gewicht, vorgesehener Narkose und geplanter Operation. Es gibt daher keine routinemäßige Verordnung, und das angegebene Dosierungsschema kann somit nur als Richtlinie dienen (CHOTT) (Tab. 2).

Phenothiazinderivate. Bei älteren Säuglingen kann Atosil oder Verophen in einer Dosierung von 1–2 mg/kg Körpergewicht zur Vorbereitung gegeben werden. Bei Neugeborenen und Säuglingen in schlechtem Zustand empfiehlt SCHMITZ, keine Praemedikation zu verabreichen.

Die Praemedikation mit Phenothiazinderivaten ist auch bei Kindern möglich. Neben ihrer erwünschten sedativen Wirkung kommt ihr Antihistamincharakter für die besonderen Bedingungen bei Narkose und Operation (Narkosemittel, Bluttransfusion, Desinfektionsmittel) günstig zur Wirkung. Schließlich ist ihr antiemetischer und potenzierender Effekt für die Narkosevorbereitung vorteilhaft.

SADOVE und FRYE haben die Dosierung und Verwendung dieser Medikamente empfohlen. Am Vorabend des Eingriffes erhalten die Kinder etwa 1 mg pro kg Promethazin oral. Sie schlafen hierauf gut, so daß die Dosierung von Barbituraten zur Narkoseeinleitung stark reduziert oder auf deren Anwendung überhaupt verzichtet werden kann. 60–90 min. vor dem Eingriff wird die gleiche Dosis intramuskulär (1 mg/kg) injiziert. 30–60 min. vor Beginn der Anaesthesie (oder gleichzeitig mit Promethazin in der Mischspritze) gibt man 1 mg/kg Meperidin (Pethidin, Dolantin) als Analgetikum und 0,01–0,05 mg/kg Scopolamin als Vagolytikum wiederum i. m. Bei geschädigten Kindern werden die Dosen reduziert und Scopolamin durch Atropin ersetzt (Tab. 3).

B. Anaesthesietechnik

1. Die Lokalanästhesie

Unter Lokalanästhesie ist zunächst die Schmerzfreiheit im Operationsgebiet zu verstehen, die durch Anwendung von geeigneten Maßnahmen „lokal“, d. h. am Orte der gewünschten Schmerzfreiheit oder im Verlauf des zugehörigen sensiblen Nerven erreicht wird. Jede Art von Lokalanästhesie darf nicht schaden und muß reversibel sein.

Die Lokalanästhesie kann auf verschiedene Arten erzeugt werden:

- a) durch chemische Substanzen,
- b) durch mechanischen Druck,
- c) durch elektrische Einwirkungen,
- d) durch Kälte.

Zu a): Durch chemische Substanzen.

Je nach der Lage der Unterbrechungsstelle unterscheidet man Oberflächen-(Schleimhaut)-Anästhesie, Infiltrationsanästhesie, Leitungsanästhesie, Plexusanästhesie, Paravertebralanästhesie, Spinalanästhesie und Periduralanästhesie.

Zu b), c) und d): Physikalische Mittel, wie mechanischer Druck auf die Nervenstämmе, elektrische Einwirkungen und Kälte, treten im praktischen Gebrauch weitgehend zurück.

Lokalanästhetica und Adjuvantien:

A. Lokalanästhetica.

1. Cocain (Methyl-Benzoyl-Ecgonin),
2. Novocain = Procain (P-Aminobenzoyl-diäthyl-amino-äthanol),
3. Pantocain (P-Butylamino-benzoyl-dimethyl-amino-äthanol),
4. Salicain (Salzsäures Salz des p-n-Butyl-amino-salicylsäure-dimethyl-amino-äthylesters),
5. Xylocain (Diäthylamino-2-6-dimethyl-acetanilid),
6. Symprocain und Efocaine.

B. Adjuvantien.

1. Suprarenin (Adrenalin, Epinephrin),
2. Nor-Adrenalin (Arterenol, Aktamin),
3. Corbasil.

Als bekannte und nicht seltene Komplikationen bei Anwendung einer Lokalanästhesie sind zu nennen:

- a) Mattigkeit, Stupor-Kollaps,
- b) gelegentlich Erregung,

- c) Kreislaufkollaps, Blutdruck sinkt, Puls nicht fühlbar, Haut blaß und kalt, feucht,
- d) Atemdepression, oberflächliche Atmung bis Atemstillstand, Cyanose,
- e) manchmal Krämpfe.

Nicht immer wird die Lokalanästhesie allein verwendet; häufig ist sie mit einer Allgemeinnarkose kombiniert, und es ist dann schwer zu entscheiden, wozu diese Art der Anaesthetie gerechnet werden soll (OEHMIG).

SCHÖLDGEN hat die Lokalanästhesie bei Kindern von 8 Monaten bis zum 14. Lebensjahr durchgeführt. Er erklärte, man müsse hohe Dosierung bei einer zusätzlichen Basisnarkose geben, damit das Kind sich bereits in einer Amnesie befindet, bevor man lokal anaesthetisiert; dabei gibt man zuerst die intravenöse Injektion, und danach wird die Lokalanästhesie durchgeführt.

2. Die Allgemeinnarkose.

Für jeden Patienten bedeutet die Ausschaltung des Bewußtseins größere psychische Schonung, denn er ist dadurch nicht dem Erlebnis der Operation ausgesetzt. Auch für den Arzt bringt das Operieren in Narkose bedeutende Vorteile. Unvorhergesehene Erschwerung und Verlängerung eines Eingriffes ist hinsichtlich der Betäubung weniger problematisch. Durch eine bessere Muskelentspannung wird dem Chirurgen die Arbeit wesentlich erleichtert.

Nach dem Narkoseschema von GUEDEL, welches vier Narkosestadien unterscheidet, und zwar

- 1. das Analgesiastadium,
- 2. das Excitationsstadium,
- 3. das Toleranzstadium,
- 4. das Stadium der Atemlähmung,

tritt das Stadium der zentralen Analgesie als erstes Narkosestadium ein. Die Stadien dieses Schemas gelten für alle Narkosemittel und Methoden. Lediglich infolge der verschiedenen Potenz der einzelnen Mittel werden die Stadien verschieden schnell durchlaufen. Ein genügend breites „Analgesie-Band“ wird im allgemeinen erreicht durch Äther (ARTUSIO, GWATHMEY, SNOW), Trichloräthylen (HOSEMANN), neuerdings auch durch sogenannte „Dolitrone“ (LUNDY) und vor allem durch N_2O . In neuerer Zeit hat ARTUSIO das 1. Stadium der Narkose eingehend untersucht und beschrieben. Das 1. Stadium der Anaesthetie, das Analgesiastadium, wird in drei Stufen eingeteilt.

Im Folgenden sollen die verschiedenen Narkosearten besprochen werden.

- a) Die orale Narkose.
- b) Die Rectalnarkose.
- c) Die intravenöse Narkose.
- d) Die Inhalationsnarkose.
- e) Die endotracheale Intubation.

a) Die orale Narkose.

Heute wird der orale Weg fast nur zur Erzielung eines „nicht chirurgischen“ Schlafes benützt, also keiner eigentlichen Narkose. Gering sind die Quellen und die Erfahrung auf dem Gebiet der oralen Narkose für kleinere chirurgische Eingriffe. Praktisch kommt ihr keine besondere Bedeutung zu.

Barbiturate sind bittere Pulver. Selbst wenn sie in Kapseln geliefert werden, ist es oft sehr schwierig ein Kind zu überreden, das Mittel zu schlucken. Deshalb wird empfohlen, die Gelatine kapsel zu entfernen und das Pulver, mit etwas Fruchtsaft vermischt, den Kindern ganz unauffällig zu verabreichen. Etwas besser als Barbiturate sind vielleicht manche Alkohol enthaltenden Mittel bei oraler Zufuhr zu steuern. So wird z. B. an einigen amerikanischen Kliniken Whisky in verdünnter Form zur Sedation von Säuglingen, die in Lokalanaesthesie operiert werden, verwendet (MAYRHOFFER): Whisky wird 1:2 oder 1:3 mit Wasser verdünnt. Analatresien, Hernien, Spinae bifidae und dergl. können auf diese Weise wesentlich leichter in Lokalanaesthesie operiert werden (HOLZER).

b) Die rectale Narkose.

Das rectale Betäubungsverfahren ist seit der Einführung der Endotrachealnarkose in den Hintergrund getreten. Trotzdem hat es in jedem größeren klinischen Betrieb und ebenso auch im kleineren Krankenhaus zur Einleitung der Inhalationsnarkose seine Bedeutung behalten. Das anfangs als einziges für die rectale Applikation in Frage kommende Narkotikum war das von EICHHOLTZ (1927) eingeführte Avertin. Wegen ruhigen Einschlafens innerhalb von 15–20 Minuten nach der Zufuhr in Form eines Einlaufes wurde es besonders für Kindernarkose sehr geschätzt. Die Avertinvollnarkose wurde durch die Entwicklung der Barbiturate, insbesondere Evipan, Thiopental, weitgehend aufgegeben. Am gebräuchlichsten sind die Bezeichnungen „Schlaf-Basis-Vor- und Einleitungsnarkose“. Als Vorteile werden die fehlende emetische und allergische Wirkung und eine Herabsetzung des Hirnvolumens erwähnt. Demgegenüber stehen jedoch auch eine ganze Anzahl nachteiliger Eigenschaften. Am erster Stelle ist es die schlechte Steuerbarkeit, welche vor alleiniger Anwendung einer rectalen Narkose bis zum Toleranzstadium warnt.

Zur Vorbereitung der rectalen Narkose gehören die Prämedikation und die Reinigung des Enddarmes.

Prämedikation. Sie muß einen klaren Synergismus mit der nachfolgenden Narkose aufweisen, basierend auf der Kenntnis der pharmakologischen Eigenschaften der verordneten Präanaesthetika und des Narkosemittels selbst. Für die rectale Barbituratbasissnarkose bei Kindern schlägt GRAVENSTEIN auf Grund der Erfahrungen an der Baseler Klinik folgende Prämedikation vor: Besuch des Kindes am Abend durch den Narkotiseur zur Gewinnung eines Vertrauensverhältnisses, Verordnung eines Barbiturates für die Nacht (Alional). Am Operationstag Prämedikation mit Atropin, wenn erforderlich auch mit Morphin 1 Std. vor Narkosebeginn. Etwa 20 min. vor Operationsbeginn Applikation des für das Kind errechneten und bereits gelösten Thiobarbi-

turates. Werden bei einem Patienten besonders starke Auswirkungen der Prämedikation beobachtet, so ist die nachfolgende Basisnarkose unter besonders vorsichtiger Dosierung und eingehender Beobachtung des Patienten vorzunehmen.

Darmvorbereitung. Verschiedentlich hat man die Beobachtung gemacht, daß eine rectale Applikation von Narkotikum auch ohne Vorbereitung des Darmes eine gute Wirkung entfaltet. Auch ist die Auffassung über die Notwendigkeit einer Darmreinigung vor einer rectalen Thiobarbituratnarkose bei Kindern nicht einheitlich. Bei Kindern kann auf die Verabreichung eines Abführmittels verzichtet werden, wenn eine rectale Barbituratnarkose vorgesehen ist. Dagegen sollte man bei Vornahme einer Avertinnarkose die Darmvorbereitung mit der Verabreichung eines Abführmittels am Morgen des Operationstages beginnen.

Die rectal anwendbaren Mittel lassen sich in mehrere Gruppen einteilen. Für die Auswahl der Basisnarkotika und Hypnotika gibt die folgende Übersichtstabelle genügend Anhaltspunkte (SCHOSTOK) (Tab. 4).

c) Intravenöse Narkose.

Die intravenöse Narkose setzt sich seit der Auffindung geeigneter Mittel in steigendem Maße durch und erfüllt in der Folgezeit viele der in sie gesetzten Erwartungen. Sie hat in weniger als zwei Jahrzehnten die Angst des Kranken vor der „Narkose“ meistern können – die Angst als nicht unbedeutende somatische Belastung gewertet. Sie hat ebenso den Ausbau einer pharmakodynamischen zweckmäßigen Kombinationsnarkose um einen entscheidenden Schritt weitergeführt. Allerdings handelt es sich in zunehmendem Maße um Kombinationsnarkosen und nicht um reine intravenöse Narkosen. Jedoch hätten die Inhalationsnarkotika, insbesondere das Stickoxydul, ohne die Barbiturate niemals die Bedeutung erlangt, die ihnen heute in ihrer Rolle als Zusatznarkotika zukommt. Außerdem zählt bei der am häufigsten gebrauchten Kombination von Barbiturat-Lachgas das Barbiturat stärker, da N_2O praktisch keine Toxizität besitzt. Die Statistik zeigt, daß eine zusätzliche Lokalanästhesie bei den intravenösen Narkosen vor nicht häufiger als bei den Inhalations- und Rectalnarkosen vorgenommen wird.

In der klinischen Narkosepraxis unterscheiden wir zwei sogenannte „ultrakurzwirkende“ Schlafmittelverbindungen.

1. Die N-alkylierten Barbiturate; sie sind zusätzlich der Substitution am C_5 auch am N_1 alkylisiert. Hierzu gehören Evipannatrium, Evipalsodium, Hexobarbital, Hexobarbitone. Die Formel ist das Natriumsalz der N-methyl-cyclohexenylmethylbarbitursäure.
2. Die Thiobarbiturate; sie weisen zusätzlich der Substitution am C_5 an Stelle des Sauerstoffes im Harnstoffrest ein Schwefelatom auf. Hierzu gehören Pentothalnatrium, Thiopental, Trapanal, Nesdonal usw. Die Formel ist das Natriumsalz des Äthyl-methyl-butyl-Thiobarbitursäure.

Intravenös injizierte Barbituratsäurederivate treffen im Organismus auf ein Zweiphasensystem (Wasser/Fett), auf das sie sich in Richtung eines ihrer End-

konzentration entsprechenden Gleichgewichtszustandes verteilen. Schon 30 sec. nach Injektion einer mittleren hypnotischen Dosis hat der Großteil der injizierten Menge die Blutbahn verlassen, um sich rasch auf die wäßrige Phase (Organe, Plasma usw.) nahezu gleichmäßig zu verteilen (BOLLMANN und Mitarbeiter). In 12 Std. sind ungefähr 90% des Narkotikums unwirksam geworden (FEURSTEIN).

REES 1950, HAMMER, HODGES 1959 betonen, daß man die Barbiturate für die Narkoseeinleitung bei Säuglingen und Kleinkindern geben kann.

Alle Versuche, für die intravenöse Kindernarkose Dosierungsvorschriften aus der Basis „mg pro Kilogramm Körpergewicht“ festzulegen, sind gescheitert. Die individuelle Ansprechbarkeit des Organismus auf Narkotika ist von so vielfältigen Faktoren abhängig (Grundumsatz, Alter, Prämedikation, Allgemeinzustand, Eiweiß und Elektrolythaushalt, Kreislauffunktion, Sauerstoffsättigung u. a. m.), daß sich eine zielsichere Dosierung nur durch Beobachtung der Wirkung kleiner, langsam verabreichter Injektionsmengen erreichen läßt. In der Regel müssen N-alkylierte Barbiturate langsamer injiziert werden als Thiobarbiturate. Als Durchschnitt werden 1–2 ml je Minute als richtunggebend angesehen.

Die intravenöse Barbituratnarkose verläuft praktisch in drei Stadien:

1. Eine zu oberflächliche Narkose (Rausch-Stadium).
2. Eine richtige Narkosetiefe (Toleranzstadium).
3. Eine zu tiefe Narkose (beginnende Überdosierung!) (Asphyxie).

Auch für die Narkose des Kindes kommen die üblichen intravenösen Anwendungsformen der Barbiturate in Frage, wie sie in der folgenden Übersicht zusammengestellt werden.

1. Die intravenöse Narkoseeinleitung, mit Übergang auf ein oder mehrere Inhalationsnarkotika. Sie bietet die Vorteile eines raschen und vor allem psycheschonenden Narkosebeginns. Exzitationserscheinungen lassen sich gänzlich vermeiden. Dieses inkomplette Intermediärstadium läßt sich mit einem rasch anflutenden Inhalationsnarkotikum leicht und folgerichtig überbrücken (Divinyläther, Lachgas, Cyclopropan).

2. Die intravenöse Kurznarkose. Sie ist die einfachste und angenehmste Form der Anaesthesie für kurze, zeitlich sicher überblickbare Eingriffe. Meist genügt eine einzige Injektion („single injection technique“), um den Kranken schmerzlos über den Operationsakt zu bringen. Die „single injection technique“ erfordert reiche Erfahrung des Narkotiseurs im Umgang mit Barbituraten. Nicht oft genug kann auf eine zusätzliche Sauerstoffinhalation hingewiesen werden.

3. Die intravenöse Basisnarkose im Rahmen einer Narkosekombination ist nicht nur das häufigste, sondern auch das dankbarste Wirkungsfeld für intravenöse Narkotika. Sie gehen als Einleitung der Kombination voraus und werden durch intermittierend nachgegebene, kleine, gerade hypnotisch wirksame Mengen als Basis erhalten.

4. Die intravenöse Ergänzungsnarkose. Lokal- und Leitungsanaesthesien (Lumbal-, Periduralanaesthesie) lassen sich durch hypnotische Barbituratdosen so ergänzen, daß die Psyche des Kranken gedämpft oder ausgeschaltet ist. Die Anwendung einer Sauerstoffinhalation ist dringend geboten (FEURSTEIN).

d) Inhalationsnarkose.

Eine Inhalationsnarkose kommt dadurch zustande, daß eingeatmete Narkosegase oder Narkosedämpfe durch Diffusion durch die dünne Wand der Lungenalveolen vom vorüberfließenden Blut aufgenommen und von ihm zu den einzelnen Zellen des Körpers befördert werden. Die Inhalationsanaesthetika werden nach ihrer physikalischen Konsistenz in flüssige und gasförmige eingeteilt.

Zu den gebräuchlichsten flüssigen Inhalationsanaesthetika gehörenden Diäthyl- oder Schwefeläther, das Chloroform, Chloräthyl, der Divinyläther (Vinydan), Halothan und das Trichloräthylen oder Trilen.

Die gasförmigen Anaesthetika, d. h. jene Anaesthetika, welche bei gewöhnlicher Temperatur und atmosphärischem Druck nur als Gase existieren, lassen sich in organische und anorganische gruppieren. Von den anorganischen wird Stickoxydul oder Lachgas als einziges Inhalationsnarkotikum klinisch angewandt. Unter den organischen Inhalationsnarkotika stehen Cyclopropan und Äthylen in klinischem Gebrauch (HAID).

In der Kinderanaesthetie hat die reine Inhalationsanaesthetie auch heute noch erstrangige Bedeutung. Es soll vorweggenommen werden, daß der Vorteil der Inhalationsnarkose in der guten Steuerbarkeit, die sich bei keinem der anderen Mittel in diesem Ausmaß findet, liegt. Bei den Inhalationsnarkosen sind im wesentlichen dieselben Mittel gebräuchlich wie in früheren Jahren. Unter ihnen kommt dem Äthyläther nach wie vor bei Kindernarkosen die bedeutendste Rolle zu.

Chloräthyl führt sehr rasch das Stadium der Analgesie herbei, in welchem kurze Eingriffe vorgenommen werden können.

Die Durchführung der Äthernarkose ist nicht an komplizierte Apparate gebunden, sie läßt sich auch mit einfachsten Mitteln bewerkstelligen.

Stickoxydul oder Lachgas gehört zu den Narkosegasen, die infolge ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften sehr rasch in und aus dem Organismus strömen. Sie besitzen daher eine außerordentlich gute Steuerbarkeit. Analgesie tritt in kurzer Zeit ein, jedoch ebenso schnell ist der Patient nach Abstellung der Lachgaszufuhr wieder bei vollem Bewußtsein. Ein weiterer Vorzug des Lachgases gegenüber anderen Inhalationsnarkotika ist der, daß es nicht lokalreizend und nicht zellgiftig wirkt. Die Gefahren der Lachgasnarkose liegen auf einem anderen Gebiet: einmal ist ihre Anwendung an technisch nicht einfache Apparaturen gebunden, zum anderen ist Lachgas bei normaler Sauerstoffzufuhr nur ungenügend narkotisch wirksam. Die reine Stickoxydulnarkose wird nur sehr selten angewandt. Etwas häufiger findet sich die Lachgas-Äthernarkose. Größte Bedeutung erlangt das Stickoxydul im Zusammenhang mit der Barbituratnarkose.

Halothan wurde von SUCKLING (1951) entwickelt. Als Narkotikum wurde es von RAVENTOS und JOHNSTONE (1956) als erste verwendet. RAVENTOS erforschte in den biologischen Laboratorien die pharmakologischen Eigenschaften von „Halothan“ an Mäusen, Ratten, Hunden und Affen.

Die chirurgische Anaesthetie kann nach Einleitung mit einer Halothan-Konzentration von 2,0–2,5 Vol. % durch weitere Halothan-Inhalation in einer Konzentration von 0,8 bis 1,0 Vol. % aufrechterhalten werden. Auf Grund dieser Werte wurde errechnet, daß Halothan etwa doppelt so wirksam ist wie Chloroform und viermal so wirksam wie Äther. Die Erholung erfolgt sehr schnell und ist nach einer Narkosedauer von länger als sechs Stunden in ungefähr 10–20 Minuten vollständig. Die Methode wurde bei Patienten aller Lebensalter, die sich den verschiedensten chirurgischen Operationen unterzogen hatten, angewendet.

Es wurden dabei folgende charakteristische Merkmale beobachtet:

1. Angenehme und schnelle Narkoseeinleitung (besonders wertvoll bei Kindern).
2. Glatte und leicht steuerbare Narkose mit ausreichender Entspannung für die meisten Operationen.
3. Unterdrückung der Speichel-, Bronchial- und Magensekretion.
4. Verringerte Gefahr des Auftretens eines Schocks während und unmittelbar nach der Operation, sofern es nicht überdosiert wird.
5. Sehr schnelles, ungestörtes Wiedererwachen, in der Regel ohne Übelkeit und Erbrechen.

Die Methode der Inhalationsnarkose:

1. **Offene Tropfmethode.** Diese Methode wurde im Jahre 1847 von Sir J. Y. SIMPSON eingeführt, indem ein flüssiges Narkosemittel auf eine Gesichtsmaske aufgetropft wurde. Die Außenluft kann dabei ein- und ausgeatmet werden durch den Raum zwischen Maske und Gesicht. Die gebräuchlichen Substanzen sind Äther, Devinyläther, Chloroform, Chloräthyl und Trichloräthylen. Für Kindernarkose wird Äther vorgezogen (Abb. 2).

2. **Halboffene Methode.** Es werden Masken verwendet, welche für die jeweilige Gesichtsform des Patienten geeignet sind (Abb. 3). Bei diesen Masken wird CO₂ nur in geringem Maße mit der Totraumluft rückgeatmet. Während der Einatmung wird das Narkosegemisch aufgenommen und bei der Ausatmung ins Freie über ein Ventil abgeblasen.

Die halboffene Narkoseweise ohne Rückatmung besonders beim Kind, verringert den toten Raum, beseitigt die Gefahr der Kohlendioxiddakkumulation und hält den Atemwiderstand niedrig. Das Ayresche T-Stück, ein DIGBY-LEIGH-Ventil oder ein STEPHEN-SLATER-Ventil und Flickventil (Abb. 4) sind gebräuchlich. Diese Vorrichtungen lassen sich mit den üblichen Narkoseapparaturen kombinieren. Der Totraum der Ventilsätze beträgt nur 9 ccm, so daß er bei einem Narkosegasstrom von 3–5 Litern pro Minute praktisch keine Rolle mehr spielt, da die Ausatemluft durch den Ventilsatz oder das T-Stück stets in die freie Atmosphäre entweicht. Alle Ventile werden direkt mit dem Tubus und der Narkosegaszuleitung verbunden (KILLIAN).

3. **Halbgeschlossene Methode.** Es handelt sich hier um ein System, bei dem eine teilweise Rückatmung des ausgeatmeten Narkosegases stattfindet. Dies bedingt eine komplizierte Apparatur (Narkosemaschinen, DRÄ-

GER, BOYLE, HEIDBRINCK, McKESSON und WALTON), die einen Kreislauf der Narkosegase durch Steuerungsventile gewährleistet. In diesem Kreislauf muß zur Absorption der ausgeatmeten CO_2 ein Absorber-Kanister mit Atemkalk eingeschaltet sein, um die Rückatmung von CO_2 zu verhindern. Die ständige Gaszufuhr (N_2O , O_2 etc.) würde zu einer Überfüllung des Systems führen, wenn nicht im Ein- oder Ausatemschenkel des Kreislaufsystems ein Ventil angebracht wäre, welches die überschüssige Gasmenge in Freie abläßt und somit die konstante Füllung des Systems gewährleistet (Abb. 5).

4. Geschlossene Methode. Sie wird auch Kreislaufsystem genannt. Diese Methode ist ungefähr dieselbe wie die halbgeschlossene Methode, aber der Unterschied besteht darin, daß es kein Ventil gibt für die Ausatmung. Inspiration und Expiration erfolgen kreisförmig in einer Richtung durch den Natronkalk hindurch (Abb. 6). Wir benötigen zwei Atemschläuche, den einen zur Zufuhr der gereinigten, den anderen zur Abfuhr der verbrauchten Luft. Somit verschwindet das ausgeatmete CO_2 vollständig bei der Passage des Absorbers, und der gereinigten Luft wird der Sauerstoff wieder zugefügt. Im geschlossenen System werden alle ausgeatmeten Narkosegase oder -dämpfe wieder eingeatmet. Deshalb spricht man auch von „totaler Rückatmung“ (HÜGIN).

ADRIANI und GRIGGS haben 1953 den Versuch unternommen, auch ein geschlossenes System mit CO_2 -Absorption in die pädiatrische Anaesthetie einzuführen. Hierzu war es nötig, den instrumentellen toten Raum der Verbindungsstücke und unter der Maske zu beseitigen (Abb. 7).

Beim Pendelsystem (TO und FRO-Methode) ist die Durchführung ähnlich wie bei der geschlossenen Methode. Das gemischte Gas geht durch den Absorber sowohl während der Einatmung als auch der Ausatmung (J. ALFRED LEE) (Abb. 8).

In den Arbeiten, die sich mit den Narkoseapparaten bei Kindernarkosen beschäftigen, wird bei der Intubation das halboffene System ohne Rückatmung übereinstimmend als das günstigste beschrieben. Das halboffene System ohne Rückatmung mit hohem Gasstrom, wie wir es auch hier an der Klinik verwenden, entspricht den Anforderungen, die DIGBY LEIGH für eine Kindernarkose stellt. Über ein Ayre'sches T-Stück fließt ein hoher Gasstrom sowohl in den Tubus als auch über einen offenen Atembeutel ins Freie. An Stelle des recht einfachen Ayre'schen T-Stücks können auch kompliziertere Ventile nach STEPHEN-SLATER, DIGBY LEIGH oder wie beim MAGILL-Attachment verwendet werden. Diese Ventile sollen eine Rückatmung verhindern. Dies kann man aber ebenso durch einen hohen Gasstrom erreichen.

e) Endotracheale Intubation.

Die Methode der endotrachealen Intubation wurde am Menschen erstmalig 1871 durch TRENDLENBURG bei einer Mundhöhlenoperation angewandt. Der letzte mitteleuropäische Pionier der Intubationsnarkose war der Kasseler Chirurg F. KUHN. Er war eigentlich der erste, der die brauchbare klinische Intubationsnarkose durchgeführt hat. Er hat seine Erfahrungen 1911 in einem Buch „Die perorale Intubation“ zusammengefaßt. Er unternahm auch schon

Versuche, die ausgeatmete Kohlensäure zu absorbieren und Überdruck im geschlossenen System anzuwenden. Die Weiterentwicklung der Intubationstechnik wurde von den Engländern MAGILL und ROWBOTHAM sowie von den Amerikanern GUEDEL und WATERS weitgehend beeinflusst. Die Anwendung laryngologischer Erfahrungen, sowie die Verbesserung des Instrumentariums und der Narkoseapparate brachte einen weiteren Fortschritt. So begann sich allmählich von den dreißiger Jahren an die endotracheale Intubationsnarkose an den größeren amerikanischen Kliniken durchzusetzen.

Die endotracheale Intubation hat außer auf therapeutischem und diagnostischem Gebiet vor allem in der Narkosepraxis große Verwendungsmöglichkeit. An erster Stelle findet sie sich überall dort, wo mit Muskelrelaxantien gearbeitet wird. Weiter wird sie in allen Fällen vorgenommen, in denen die Atmung aus anderen Gründen beeinträchtigt ist. Durch Freihalten der Atemwege und durch die Möglichkeit, die Spontanatmung zu unterstützen oder zu ersetzen, ist der zur Aufrechterhaltung der Körperfunktionen notwendige Gasaustausch jederzeit gewährleistet. Durch Abdichtung des eingeführten Tubus und durch die Möglichkeit des Absaugens durch den liegenden Tubus wird die Aspiration von Sekret, Blut und Erbrochenem vermieden.

Bei Kindern von den ersten Lebenswochen an kann man von dieser Narkosemethode Gebrauch machen. In der Gruppe der unter 14jährigen werden Intubationen bei gleichzeitiger Anwendung von Muskelrelaxantien ausgeführt. Bei Neugeborenen und Säuglingen werden Intubationen in tiefer Narkose ohne Verwendung von Muskelrelaxantien ausgeführt. Die Intubation bietet bei Kindern dieselben Vorteile wie bei Erwachsenen, ohne daß sie bei Anwendung der richtigen Technik und eines geeigneten Instrumentariums durch zusätzliche Komplikationen belastet wäre. Die Anatomie des kindlichen Larynx unterscheidet sich in mancher Hinsicht von der des Erwachsenen, doch läßt sich nicht behaupten, daß dies die Intubation an sich erschwert. Das Laryngoskop soll klein und handlich sein und zwischen Griff und Spatel ein einigermaßen ausgeglichenes Gewichtsverhältnis haben.

Für die Auswahl der richtigen Tubusgröße und Länge findet man im Schrifttum Angaben verschiedener Autoren (HÜGIN, MACON und BRUNER, LEIGH und BELTON, WOODBRIDGE). Sie richten sich entweder nach dem Alter oder nach der Größe der Kinder. Eine der Übersichten sei hier angeführt (F. CHOTT) (Tab. 5).

Bei einiger Erfahrung wird man sich vor der Intubation drei aufeinanderfolgende Tubusgrößen herrichten und, nachdem man sich die Glottis mit dem Laryngoskop eingestellt hat, meist zum richtigen greifen. Dabei soll immer der größte Tubus verwendet werden, der sich eben noch leicht und ohne Widerstand einführen läßt. Zu große Tuben können zu traumatischen Schädigungen der zarten Weichteile des Kehlkopfes mit eventuell nachfolgendem Larynxödem führen. Ein zu klein gewählter Tubus führt zur Behinderung des Gasaustausches. Bei Kindern liegt die engste Stelle der oberen Luftwege in Höhe des Ringknorpelrings (ECKENHOFF), dessen innerer Durchmesser bei Neugeborenen ungefähr 5 mm beträgt. Bei Säuglingen und Kleinkindern verwendet man nie Manschettentuben.

Bei der Auswahl der Tubuslänge kann man sich auch damit helfen, daß man die Entfernung von der Nasenspitze zum Ohrläppchen mißt und dazu bei Kindern bis zu 2 Jahren 2 cm und bei Kindern bis zu 12 Jahren 2–5 cm zusetzt. Einige anatomische Daten sollen die Möglichkeit der endobronchialen Intubation besser veranschaulichen (CHOTT) (Tab. 6).

Muskelrelaxantien dürfen erst für Säuglinge nach der 5. Lebenswoche angewendet werden (STEAD). Bei Kindern vor der 5. Lebenswoche wird ohne Muskelrelaxantien die Intubation durchgeführt.

Viele der Komplikationen, vor allen Dingen Verletzungen, kommen vorwiegend bei Ungeübten vor. Intubationsschwierigkeiten oder gar die Unmöglichkeit einer Intubation wegen besonderer anatomischer Verhältnisse werden verhältnismäßig selten beobachtet.

C. Adjuvantien der Anaesthesie.

a) Die Muskelrelaxantien.

Einen wesentlichen Einfluß auf die Narkosetechnik hat die Einführung der Muskelrelaxantien in die Anaesthesie sowie die damit in Zusammenhang stehende Wiederaufnahme des verbesserten endotrachealen Intubationsverfahrens.

Das bedeutendste Muskelrelaxans ist das schon im 16. Jahrhundert durch Reiseberichte bekannt gewordene, von südamerikanischen Indianerstämmen als Pfeilgift benützte Curare, welches sich aus verschiedenen Pflanzen zusammen (*Strychnos toxifera*, *Chondodendrum tomentosum* u. s. w.) herstellen läßt. Heute steht eine große Anzahl synthetischer Relaxantien zur Verfügung. Den Erfordernissen des jeweiligen Eingriffes entsprechend können solche von langer oder kurzer Wirkungsdauer zur Anwendung gelangen. Der Hauptvorteil der Muskelrelaxantien liegt darin, daß sie eine tiefe Narkose entbehrlich machen. Dies wirkt sich vor allem bei Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand günstig aus. Der Gebrauch der muskelerschlaffenden Mittel setzt eine genaue Kenntnis der damit verbundenen Gefahren voraus. Kritiklose Anwendung kann zu Zwischen- und Todesfällen führen, die jedoch nicht dem Mittel selbst, sondern der fehlerhaften Anwendung desselben zugeschrieben werden sollten. Als eine Warnung in diesem Sinne kann die in einer großangelegten amerikanischen Statistik von BEECHER und TODD angeführte Zunahme von Todesfällen in der ersten Zeit der Anwendung von Curare aufgefaßt werden.

Die Zahl der natürlichen und synthetischen muskelerschlaffenden Mittel ist heute bereits beträchtlich, wir glauben jedoch, daß der Kliniker sich auf einige charakteristische Mittel aus jeder Wirkungsgruppe beschränken soll, siehe z. B. Tab. 7.

Die Wirkung der Relaxantien ist bei Kindern dieselbe wie beim Erwachsenen. Die Kinder empfinden bei Verwendung von Suxamethonium etwas weniger als die Erwachsenen. Der Unterschied ist bei Neugeborenen ausdrücklich

groß, so daß man ihn deutlich beobachten kann und zwar am Anfang der ersten Woche. Dann erhöht sich die Empfindlichkeit allmählich während des Wachstums. TELFORD und KEATS haben im Jahre 1957 feststellen können, daß sich die Empfindlichkeit auch erniedrigt bei Verwendung von Tubocurarin nach der Neugeborenenzeit.

Neugeborene sind gegen Curarepräparate überempfindlich wie Myastheniker. Muskelrelaxantien dürfen erst für Säuglinge nach der 5. Lebenswoche angewendet werden (STEAD). Die Kinder vor der 5. Lebenswoche werden am einfachsten nur mit Äther-O₂-N₂O anaesthetisiert. Um die gewünschte Wirkung zu erzielen, sind etwas höhere Dosen notwendig als dem Körpergewicht entsprechen würden. (Curare ausgenommen).

Zur Ausschaltung des Bewußtseins und des Schmerzgefühls genügt nach einer sinnvollen Vorbehandlung eine oberflächliche, für Kreislauf, Stoffwechsel und Organfunktion unschädliche Narkose. Besondere Bedeutung hat hierbei das Stickoxydul gewonnen, jedoch verträgt sich auch jedes andere Narkotikum mit den zur Anwendung kommenden Muskelrelaxantien. Beim Äther ist lediglich die gleichsinnige muskellähmende Wirkung zu berücksichtigen. Die Ausschaltung der Muskelspannung geschieht durch die Muskelrelaxantien, welche die neuro-muskuläre Reizübertragung blockieren. Da von dieser Wirkung die gesamte willkürliche Muskulatur betroffen ist, macht sich mit der fortschreitenden Lähmung eine Herabsetzung der peripheren Atemfunktion bemerkbar. Um ihr wirksam zu begegnen, muß bei Verwendung von Muskelrelaxantien immer die Möglichkeit einer zusätzlichen Atemunterstützung oder sogar einer künstlichen Beatmung mittels Intubation gegeben sein.

Die Dosis kann und soll dann anfangs (nach einer Testgabe) hoch genug gewählt werden. Die letzte Dosis soll jedoch zeitlich so gelegt werden, daß bei Schluß der Operation auch ohne Antidot keine Atemdepression mehr besteht.

b) Die Narkose kombiniert mit der künstlichen Hypothermie.

In der Chirurgie wird die künstliche Hypothermie verwendet, um den Sauerstoffbedarf und Stoffwechsel der Gewebe zu vermindern. Viele Begriffe auf dem Gebiete der Hypothermie werden mit verschiedener Bedeutung und verschiedenen Definitionen gebraucht. Um Mißverständnissen vorzubeugen, und eine internationale Zusammenarbeit zu erleichtern, wird in Anlehnung an JUVENELLE (1953, 1954) die folgende Einteilung vorgeschlagen (ZINDLER):

1. Örtliche Abkühlung (Kälteanaesthesie).
2. Allgemeiner Kälteschaden.
 - a) Akute Unterkühlung.
 - b) Langdauernde Unterkühlung.
3. Natürlicher Winterschlaf.
4. Künstliche Hypothermie.
 - a) geringgradig (bis 32° C);
 - b) tief (25° C);
 - c) sehr tief (unter 25° C).

Wir lernen daraus, daß eine künstliche Abkühlung mit der dadurch erzielten Herabsetzung aller Lebensvorgänge nur möglich ist, wenn wir zuerst die Abwehrreaktionen des Patienten ausschalten, die vor allem von seinem Wärmезentrum gesteuert werden. Wie wir dies tun, ist weniger wichtig; wir können ihn in tiefen Schlaf versetzen durch ein Narkotikum, z. B. ein Barbiturat; wir können seine Muskulatur still legen durch ein muskelerschlaffendes Mittel, z. B. Curare, so daß er nicht mehr zittern kann; oder wir können sein unwillkürliches Nervensystem und damit seine Wärmeregulation ausschalten durch bestimmte Medikamente aus der Gruppe der Phenothiazine. Der Fachausdruck für die Ausschaltung lautet: vegetative Blockade. Am besten wenden wir alle drei Methoden zugleich an. Dann sind wir des Erfolges absolut sicher (FREY).

In geeigneten Fällen und bei Erfüllung der notwendigen Voraussetzungen hat sich diese Maßnahme seit ihrer Einführung in vielen Fällen als lebensrettend erwiesen. Durch die starke Einschränkung des Sauerstoffbedarfs und durch Blockierung unzweckmäßiger Abwehrmaßnahmen von Seiten des neurovegetativen Systems vermag sie den Patienten über solche Eingriffe hinwegzubringen, die das Maß seiner Widerstandsfähigkeit zu überschreiten drohen.

Bei einem Absinken der Körpertemperatur um 10° Celsius sinkt der Stoffwechsel auf etwa 50% des Ausgangswertes. Dies ist besonders eindrucksvoll bei vorher bestehendem hohem Fieber. Eine Senkung des Umsatzes auf die Hälfte und weniger bedeutet für die Gewebe und ihre Widerstandskraft gegen äußere Schädigungen einen unerhörten und bisher unvorstellbaren Fortschritt bei der Behandlung von schweren Erkrankungen und vor allem bei großen Operationen (FREY).

Eine Weiterführung der künstlichen Hypothermie über die Zeitdauer der Operation hinaus ist in besonders schweren Fällen (z. B. Herzoperation, zentral ausgelöste Hyperthermie nach Gehirnnoperationen) angezeigt. Weit den Bereich der Anaesthesie überschreitend findet die künstliche Hypothermie auch therapeutisch Anwendung bei schwersten Aggressionen des Organismus (z. B. schweres Schädel-Hirntrauma, Infektionen, toxische Zustandsbilder).

LEWIS und LEIGH berichteten über 363 Hypothermienarkosen bei Kindern im Alter zwischen 2 Tage und 18 Jahren. Auf Grund ihrer Erfahrungen propagieren die Autoren mittlere Unterkühlung (über 29° C.) wegen des geringeren Risikos bei günstigem Effekt für eine große Anzahl verschiedener Operationen sowohl am offenen- und geschlossenen Herzen, den großen Gefäßen als auch im Bereich der Bauch- und Neurochirurgie. In ihrer Statistik ist auffallend, daß von insgesamt 53 Operationen, welche nicht in das Gebiet der Herz- und Gefäßchirurgie fallen, 26 Appendektomien, sowie eine Inkarzerierte Leistenhernie in Hypothermie operiert wurden.

Die Mortalität bei Operation in Hypothermie am geschlossenen Herzen betrug 2,1% bei Operationen am offenen Herzen 22,9% und bei allen übrigen Operationen einschließlich neurochirurgische Eingriffe 11%.

Von insgesamt 47 Todesfällen gehen 35 Fälle (74%) nicht zu Lasten der Hypothermie, sondern finden ihre Ursache in der zur Operation führenden Krankheit oder der Operation selbst.

COHEN und HERCUS empfehlen die Hypothermie für Operationen am offenen und geschlossenen Herzen sowie an den großen Gefäßen und berichten über zahlreiche Fälle im Alter von 3½ Monaten bis zu 12 Jahren. Sie sehen besondere Vorteile in der verminderten Gefahr der Spinal-Arterien-Thrombose bei Operationen der Aorten-Isthmusstenose sowie in der verlangsamten Herzfrequenz verbunden mit einer Entspannung der Aorta, durch die eine einfachere und sichere Gefäßnaht möglich ist. Für die postoperative Phase wirkt sich die Einsparung an Sedativa und Analgetika günstig aus.

Allgemein kann gesagt werden, daß auch im Kindesalter Operationen in Hypothermie mit den gleichen Indikationsbedingungen, wie sie für Erwachsene bestehen, durchgeführt werden können. Lediglich die Zeitdauer, welche für die Abkühlung und Wiedererwärmung erforderlich ist, wird bei Kindern wesentlich kürzer sein.

COHEN und HERCUS unterkühlen mit einer von Eiswasser durchströmten Kühlmutter. In der Phase der Wiedererwärmung wird die Mutter mit warmem Wasser durchströmt. LEWIS und LEIGH unterkühlen dagegen durch Einlegen des Kindes in ein Eisbad. Wenn die Temperatur bis auf einen Wert abgefallen ist, der 4° C. über der die Operation erforderlichen Temperatur liegt, wird der Patient wieder vom Eisbad herausgenommen. Nach Lagerung des Patienten auf dem Operationstisch fällt die Temperatur noch um weitere 3–5°. Vor Beginn der Kälteeinwirkung, wenn die Patienten ausreichend tief narkotisiert sind, wird ihre Atmung bei Fallen der Körpertemperatur assistiert oder kontrolliert.

D. Ergänzende Maßnahmen

a) Die postoperative Überwachung.

Vor noch nicht langer Zeit war die Vorbereitung der Operation und die postoperative Behandlung lediglich Sache des Chirurgen. In Deutschland ist erst seit wenigen Jahren die Vorbereitung und Durchführung der Narkose in die Hand des Anaesthesisten gegeben, der nun seine ganze Aufmerksamkeit dieser Aufgabe zuwenden kann. Der Narkosearzt macht sich bei der Narkosevisite ein Bild von der körperlichen und seelischen Verfassung des Patienten und bestimmt die Praemedikation, welche Einleitung und Durchführung der Narkose wesentlich erleichtert.

Auch nach der Operation bleibt der Patient wenigstens bis zum völligen Wiedererwachen, in schweren Fällen jedoch mehrere Tage nach der Operation, unter der Kontrolle des Anaesthesisten. Für schwere Fälle hat sich die Einrichtung einer sogenannten Wachstation in der Nähe der Operationssäle mit besonders ausgewähltem Personal als zweckdienlich erwiesen. Die während der ganzen Narkose durchgeführte Kreislaufkontrolle wird weitergeführt und kurvenmäßig eingetragen, so daß jede Verschlechterung im Beginn erfaßt und sofort gestoppt werden kann. Ebenso steht die Atmung unter stetiger Kontrolle, und es kann, wenn nötig, dem Patienten jederzeit Sauerstoff zugeführt werden. Sehr wesentlich für das Wohlergehen des Patienten ist die Schmerzbe-

kämpfung in der postoperativen Phase, die heute, da der Patient schon gleich nach der Operation aus der Narkose erwacht, meist frühzeitig einsetzen muß. Ein sehr wichtiger Punkt in dem Bestreben möglichst bald nach der Operation die physiologischen Verhältnisse im Körper wieder herzustellen, ist die Regelung des Flüssigkeitshaushaltes mittels Infusionen, sowie der Ausgleich des Elektrolythaushaltes.

Wenn nach der Operation beim Säugling eine Komplikation dadurch entsteht, daß er sich verschluckt, so kann man ein geeignetes Instrument in die Bronchien einführen und absaugen. ADRIANI und GRIGGS haben ausdrücklich betont, daß der linke und rechte Bronchus beim Säugling den gleichen Winkel zur Trachea haben, so daß man mit Hilfe der Bronchoskopie oder durch Einführung eines Endotrachealtubus aussaugen kann.

b) Schockprophylaxe und Schocktherapie.

Die Schockprophylaxe ist in den letzten Jahren sehr stark in den Vordergrund getreten und hat zu einer enormen Steigerung der In- und Transfusionsmengen geführt. Es erfolgt eine so rechtzeitige Auffüllung des Kreislaufsystems mit Flüssigkeit, daß es garnicht erst zu einem Mißverhältnis zwischen Gefäßkapazität und Blutvolumen mit dem daraus resultierenden Kreislaufversagen kommen kann. Wie die postoperative Überwachung des Flüssigkeitshaushaltes, so ist auch die Prae- und interoperative Regulierung desselben in den Aufgabenbereich des Anaesthesisten gerückt, und hat einen guten Teil zur Verbesserung des Operationsrisikos beigetragen.

Die Schocktherapie, d. h. die Behebung eines bereits eingetretenen Kreislaufversagens, ist dadurch sehr viel seltener notwendig geworden. Hier wird heute die kausale Behandlung vorgezogen, welche die Flüssigkeitsmenge dem veränderten Gefäßvolumen von außen her anzupassen versucht. Die symptomatische Schockbehandlung mit vasopressorischen Substanzen bleibt darüber hinaus für solche Situationen vorbehalten, bei denen sich die Kreislaufverhältnisse nicht durch In- oder Transfusionen beheben lassen; in diesen Fällen hat sich das peripher konstriktorisch wirksame Brenzkatechinderivat, Noradrenalin (Arterenol), bewährt. Das intensive Studium des Schockzustandes, seine Verhütung und Bekämpfung führte zu einem Ausbau des Bluttransfusionswesens sowie zu der Suche nach zweckmäßigen Blutersatzflüssigkeiten. Neben dem Blut und seinen Derivaten, welche bei Blutverlusten erwiesenermaßen die Blutersatzmittel sind, sind eine große Anzahl organischer und anorganischer Substanzen in Gebrauch (Plasmaexpander).

Die wichtigsten heute zur Verfügung stehenden Lösungen sind:

1. Kolloidale Lösungen mit einem Molekulargewicht zwischen 10 000 und 120 000. Sie verbleiben deshalb tagelang in der Blutbahn und füllen diese am nachhaltigsten auf.

Die Plasmaexpander werden meistens bei der ersten Schocktherapie angewendet, bis die Blutgruppen bestimmt sind. Sie bleiben mehrere Stunden in der Blutbahn und sind deshalb sehr wohl in der Lage, die Blutbahn aufzufüllen. Periston und Macrodex haben sich in zahllosen Fällen als lebensrettende Plasmaexpander bewährt.

2. Kristalloide Lösungen verweilen nur etwa $\frac{1}{2}$ Stunde in der Blutbahn. Wegen ihrer geringen Molekülgröße wandern sie bald in die Gewebe ab. Die Kohlehydratlösungen dienen gleichzeitig als Kalorienspender und bekämpfen den hypoglykämischen Schock. Die Laevulose (Fruktose) wird heute von einigen Autoren der Glukose (Dextrose) vorgezogen.

Schockgefährdet sind in hohem Maße Patienten mit stärkerem Blut- oder Flüssigkeitsverlust infolge eines Traumas oder eines größeren operativen Eingriffes, außerdem alle Personen, die an einer mit chronischem Eiweißmangel einhergehenden Erkrankung leiden. Bei diesen Patienten wird vor oder bei Beginn der Operation eine Infusion angelegt. Blut wird für den Fall, daß es im Verlauf der Operation zu einer größeren Blutung kommt, bereitgestellt. Bei blutarmen Patienten wird gleich von Anfang an Blut gegeben.

Die Blutmenge des normalen Neugeborenen beträgt etwa 500 ml. Beim Kleinkind rechnet man durchschnittlich 150 ml. je Kilogramm Körpergewicht. Da somit 1 ml. verlorenes Blut zugleich größere Bedeutung hat als beim Erwachsenen, ist es notwendig, Blutverluste während größerer Operationen so genau wie möglich zu ersetzen. Ebenso gefährlich ist aber auch die überreichliche Zufuhr von Blut und wässrigen Lösungen. Auftretende Oedeme sind dabei bereits ein ernstes Warnungszeichen (CHOTT).

IV. Statistik

In der Zeit vom 1. August 1959 bis 31. Juli 1960 wurden an der chirurgischen Universitätsklinik Mainz insgesamt 513 Narkosen an Patienten von 0 bis 14 Jahren durchgeführt. 339 Kinder waren männlichen und 174 weiblichen Geschlechts. Die Altersgruppe von 5 bis 10 Jahren war unter der Gesamtzahl der Patienten mit 168 = 33% am häufigsten vertreten. Es folgte dann die Altersgruppe 2 bis 5 Jahre mit 127 = 25%, die Altersgruppe 10 bis 14 Jahre mit 93 = 18%, die Altersgruppe 0 bis 1 Jahr mit 65 = 12,5% und schließlich die Altersgruppe 1 bis 2 Jahre mit 60 Patienten = 11,5%.

Von den 513 Kindern wurde die Mehrzahl mit offener Tropfmethode (309 Fälle = 60,3%) und die restlichen 40% zu gleichen Teilen in Intubations- und Maskennarkose im halbgeschlossenen System durchgeführt.

- 48 Kinder (= 9,5%) hatten neurochirurgische Erkrankungen,
- 270 Kinder (= 52,5%) hatten bauchchirurgische Erkrankungen,
- 72 Kinder (= 14 %) hatten extremitätenchirurgische Erkrankungen,
- 61 Kinder (= 12 %) hatten urologische Erkrankungen,
- 63 Kinder (= 12 %) hatten Erkrankungen, die Eingriffe am Thorax, der Hals- oder Analregion erforderlich machten.

Die Übersichten (Tab. 8a-e) zeigen innerhalb der einzelnen chirurgischen Eingriffsregionen die Anzahl der Fälle aufgeschlüsselt nach Altersgruppe, Narkosetechnik und angewandten Narkotika.

V. Eigene Beobachtungen in der chirurgischen Universitäts-Klinik

Wie aus der in Tab. 8 wiedergegebenen Gesamtstatistik zu ersehen ist, wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz in der Zeit vom 1. August 1959 bis zum 31. Juli 1960 insgesamt 513 Kindernarkosen durchgeführt. Dabei entfallen 339 Narkosen auf Kinder männlichen Geschlechtes, 174 Narkosen wurden bei weiblichen Patienten durchgeführt.

Die Tabelle gibt uns weiterhin Aufschluß über die Art der durchgeführten Narkoseverfahren. Dabei ist bemerkenswert, daß in der Mehrzahl der Fälle der Inhalationsnarkose der Vorzug gegeben wurde, während andere Narkoseverfahren (Rectale Narkose, intravenöse Narkose, orale Narkose) kaum angewandt wurden und in der tabellarischen Zusammenfassung nur eine unwesentliche Rolle spielen.

Bei der Inhalationsnarkose wurden in der Hauptsache drei Methoden durchgeführt:

1. Offene Tropfmethode:

Verwendung der SCHIMMELBUSCH-Maske und Chloräthyl-Äther oder Halothan-Äther als Narkotikum.

2. Halb offenes System (ohne Rückatmung):

Verwendung des Magill-Attachment, Ayresches T-Stück, Digby-Leigh – oder Stephan-Slater-Ventil, ebenfalls unter Anwendung von Äther oder Halothan-N₂O als Narkotikum.

3. Halbgeschlossenes System (mit Rückatmung):

Verwendung eines Kreislaufteiles (Dräger-Narkoseapparat Romulus) und Narkose mittels Maske oder Trachealtubus.

Im einzelnen sollen nun die hier gebräuchlichsten Narkoseverfahren etwas näher beschrieben werden, wobei dann auch die an sich nur selten angewandten übrigen Narkoseverfahren bzw. sonstige Modifikation kurz gestreift werden sollen.

a) Praemedikation.

Wir haben uns zum Prinzip gemacht, jeden Patienten am Tag vor der Operation zu besuchen, um ihn einerseits zu untersuchen, Besonderheiten, die für die Durchführung der Narkose von ausschlaggebender Bedeutung sein können,

festzustellen und andererseits, um die Praemedikation zu verordnen. Dabei sei besonders festgehalten, daß kein Patient ohne Praemedikation bleibt. Andererseits erfolgt die Praemedikation individuell, wobei dem Alter des Kindes, dem Entwicklungsstand, der psychischen Situation und der Größe des operativen Eingriffes Rechnung getragen wird. Die von CHOTT angegebene Tabelle (Lehrbuch FREY-HÜGIN-MAYRHOFER) dient dabei als grobe Richtlinie.

Zur Praemedikation haben wir folgende Medikamente verabreicht:

1. Ein Parasympatholyticum, meistens in der Form von Atropin verabreicht wurde; selbst Neugeborene erhalten ein Vagolyticum, je nach Gewicht bis zu 0,05 mg Atropin.

2. Antihistaminica: Von diesen hat sich das Atosil (Promethazin) besonders bewährt, wobei es in einer Dosierung von 1 mg/kg Körpergewicht verabreicht wird. Chlorpromazine (z. B. Megaphen) haben wir wegen der doch oft recht erheblichen Kreislaufbeeinflussung nur selten gegeben, und wenn, dann in einer entsprechend niedrigen Dosierung.

3. Sedativa, Hypnotica und Analgetica: Am Vorabend der Operation erhalten die kleinen Patienten, je nach Alter und Gewicht, ein Barbiturat, entweder oral in Form von Luminal oder Luminaletten, oder rectal in einem Suppositorium. Seltener werden am Vorabend Phenothiazinderivate verabreicht. Am Operationstag selbst geben wir den Kindern meist ein Opiat, wobei dem Dolantin wegen seiner als gering zu bezeichnenden atemdepressorischen Wirkung der Vorzug vor dem Morphin gegeben wird. Letzteres Medikament ist aus unserer Praemedikation fast ganz verschwunden. In manchen Fällen haben wir jetzt auch Dominal-forte (N-(3-Dimetly-amino-propyl)-thiophenylpyridylamin-HCL. Hydrat) mit gutem Erfolg angewendet. Die Zuführung eines Barbiturates als Rectalklysma (meist in Form von Trapanal (Thiopental) in einer 2,5%igen Lösung) hat sich auch gut bewährt, jedoch sind danach aufgetretene Atemdepressionen recht häufig, so daß die Kinder meist von einer erfahrenen Schwester, besser noch von einem Anaesthesisten selbst überwacht werden müssen.

4. Antiemetica: geben besonders gerne vor Tropfnarkosen, da je nach Äthernarkosen die Brechneigung besonders groß ist. Wir verabreichen meist Peremesin forte in Supp. oder Tabl., seltener Vomex (β :-Dimethylaminoäthylbenzhydroläther-1,3-Dimethyl-8-chlorxanthin).

b) Offene Tropfmethode.

In dem oben bezeichneten Zeitraum wurden insgesamt 309 Kinder mit der bekannten offenen Tropfmethode narkotisiert, das sind 60,3% von der Gesamtzahl der durchgeführten Kindernarkosen. Aus diesem hohen Prozentsatz ist ersichtlich, welche große Bedeutung dieser Methode trotz Vorhandensein moderner operativer Techniken beigemessen wird. Dies mag einerseits in der einfachen und recht billigen Handhabung, andererseits in der relativen Gefährlosigkeit der gut steuerbaren reinen Inhalationsnarkose liegen. Aus der statistischen Auswertung aller in Tropfnarkose operierten Fälle geht jedoch hervor, daß es sich hier vorwiegend um Operationen von kurzer Dauer handelt. Außerdem wurde diese Methode nur angewandt, wenn eine einwand-

freie Ventilation gewährleistet war. Langdauernde Operationen und Eingriffe, die in Seiten- oder Bauchlage des Patienten durchgeführt werden mußten, wurden als Kontraindikation für die offene Tropfmethode angesehen.

Wenn diese Methode auch häufig angewandt wird, ist sie doch an den Äthyläther gebunden, der aber für Patient und Operateur neben seinen Vorteilen auch zahlreiche Nachteile aufweist. Diese seien im folgenden kurz zusammengestellt (KREUSCHER):

Der Vorteil der Äthernarkose liegt in ihrer Wirtschaftlichkeit, die nur noch durch die Lokal- und Spinalanaesthesie übertroffen wird; fernerhin in der Tatsache, daß sie durch eine ärztliche Hilfsperson durchgeführt werden kann.

Nachteilig sind dagegen folgende Tatsachen:

- Notwendigkeit einer tiefen Narkose, da sonst ungenügende Muskelentspannung.

- Speichelfluß und broncheale Verschleimung und dadurch bedingte postoperative Komplikationen.

- Nicht immer einwandfrei gesicherte O₂-Zufuhr und CO₂-Eliminierung.

- Häufigeres postoperatives Erbrechen.

- Häufig starke Exzitation.

- Explosionsgefahr.

- Unangenehmer Geruch.

Aus der tabellarischen Zusammenstellung ist ersichtlich, daß die Narkosen unter Anwendung der offenen Tropfmethode in der Mehrzahl, d. h. zu 86,1%, mit Halothan eingeleitet werden. Ungefähr 2% der Fälle wurden mit Chloräthyl und etwa die gleiche Anzahl mit einem Barbiturat eingeleitet. Bei 10,7% aller in offener Tropfmethode narkotisierten Kinder erfolgte die Einleitung mit Äther. Die Einleitungsmethoden unter Verwendung von Chloräthyl, Barbiturat und Äther bedürfen keiner besonderen Besprechung mehr. Relativ neuartig ist jedoch die Narkoseeinleitung mit Halothan (Fluothan [R])^{*}.

In Abhängigkeit vom Lebensalter kommen hierbei zwei Techniken zur Anwendung:

Bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinstkindern wurde Halothan auf einen Gazetupfer aufgetropft und dieser vor Mund und Nase unter leicht wedelnden Bewegungen gehalten. Nachdem die Kinder eingeschlafen waren, – meist nach 1–2 Minuten, in seltenen Fällen schon nach wenigen Atemzügen – wurde auf die übliche Technik mit SCHIMMELBUSCH-Maske und Augenschutz Tuch übergewechselt und Äther getropft. Allgemein konnte beobachtet werden, daß der Übergang von Halothan auf Äther völlig reibungslos, d. h. ohne Husten und Laryngospasmus, vor sich ging. Dieser günstige Effekt mag zum Teil in der Schleimhaut anaesthetisierenden Eigenschaft des Halothans liegen.

Der obere Luftweg wurde durch Einlegen eines GUEDEL-Tubus freigehalten.

^{*}) Warenzeichen der Imperial Chemical Industry, Manchester

In Bezug auf die Einleitung mit Halothan muß darauf hingewiesen werden, daß bei Neugeborenen und Säuglingen oft schon nach kurzer Zeit, bzw. niedriger Halothandosis eine erhebliche Atemdepression auftreten kann. Dies hängt mit der sehr raschen Anflutung dieses Narkotikums durch seinen hohen Öl/Wasserlöslichkeitskoeffizienten zusammen. Allerdings flutet dieses Narkotikum auch ebenso rasch ab, so daß die Atemdepression nach Absetzen des Halothans in wenigen Sekunden behoben ist.

Es muß daher vor der Anwendung des Halothan durch den Nichterfahrenen, besonders bei Säuglingen und Kleinstkindern gewarnt werden. In der Hand des Geübten bedeutet dieses neue Narkotikum jedoch eine wesentliche Bereicherung mit vielen Vorzügen (siehe S. 24).

c) Halboffenes System.

Das halboffene System wurde bei Kindern von Neugeborenen bis zum Kleinstkindesalter (3 Jahre) dann angewendet, wenn die offene Tropfmethode aus folgenden Gründen kontraindiziert war:

1. Langdauernde Operation,
2. Anwendung von Relaxantien,
3. Behinderung der Ventilation durch Seiten- oder Bauchlagerung,
4. Eingriffe an Kopf und Hals,
5. Bei Explosionsgefahr durch Elektrokaustik usw.

Technisch wurde diese Methode sowohl mit der Gesichtsmaske wie auch – bei entsprechender Indikation – mittels orotrachealer oder nasotrachealer Intubation durchgeführt.

Bei Neugeborenen und Säuglingen erfolgte die Narkosegaszufuhr aus einer Narkosemaschine über ein Magill-Attachment bei kontrollierter oder assistierter Beatmung und über Digby Leigh- bzw. Stephan-Slater-Ventil bei Spontanatmung. Vom 4. Lebensjahr an wurde das halboffene System durch Anbringung eines Ruben-Ventils an der Gesichtsmaske oder dem Endotrachealtubus hergestellt. Alle beschriebenen Methoden gestatten im Bedarfsfalle die assistierte oder kontrollierte Beatmung.

Die Einleitung der Anaesthesie erfolgte in der gleichen Weise wie bei der offenen Tropfmethode. Bei Kindern über 2 Jahren wurde gelegentlich die Einleitung der Narkose mit N_2O und O_2 durchgeführt und dann auf das Zusatznarkotikum (Äther oder Halothan) übergegangen. In jenen Fällen, bei denen eine endotracheale Intubation erforderlich war, konnte man im allgemeinen nach Erreichung des tiefen Rauschstadiums ohne Schwierigkeiten eine Vene am Arm oder vor dem Innenknöchel punktieren und gegebenenfalls die Narkose durch eine kleine Barbituratdosis vertiefen und durch Injektion von Succinylcholin auch zur Intubation relaxieren. Bei Anwendung von Magill-Attachments oder des Digby-Leigh-Ventils erfolgte die Verdampfung des Äthers durch einen Äthersprudler (Dräger) und die Verdampfung des Halothans durch einen Fluotec. Bei der Kombination von Fluotec und Magill-Attachment muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß durch starke Druckschwankungen im

System infolge assistierter oder kontrollierter Beatmung sehr hohe Halothan-konzentrationen vom Fluotec abgegeben werden, die die jeweilige Einstellung des Gerätes weit überschreiten. Diese Feststellung gelang durch Messungen der Halothankonzentration mit dem VONDERSCMITT'schen Narkometer. Um dies zu verhindern, muß ein Druckausgleicher zwischen Magill-Attachment und Fluotec eingeschaltet werden (WEIS pers. Mitteilung).

Selbstverständlich wurde bei allen oben beschriebenen Methoden ein Gemisch von N_2O und $O_2 = 2:1$ Liter/Minute als Grundnarkotikum, sowie als Vehikel für Äther oder Halothan verwandt. Besonders bei Anwendung des Magill-Attachments muß darauf geachtet werden, daß die Gaszufuhr das Atemminutenvolumen wesentlich übersteigt, so daß keine Rückatmung bzw. Pendelatmung mit Sicherheit ausgeschlossen wird.

d) Halbgeschlossene System (mit Rückatmung).

Bei der Mehrzahl der Kinder, die das 4. Lebensjahr überschritten haben, kommt die Kreislaufnarkose mit teilweiser Rückatmung zur Anwendung. Je nach spezieller Indikation wurde die Narkose mittels Gesichtsmaske oder endotrachealer Intubation durchgeführt. Ein wesentlicher Unterschied zur Narkosetechnik beim Erwachsenen besteht hier nicht mehr. Die Methode hat den großen Vorteil, daß mit ihr alle bekannten Atemtypen durchgeführt werden können: Spontanatmung, assistierte Beatmung, kontrollierte Beatmung mit Überdruck, aber auch mit Wechseldruck, d. h. positiver Druck bei der Inspiration und negativer Druck bei der Expiration. Besonders die Wechseldruckbeatmung erfreut sich wegen ihrer günstigen Wirkung auf den Kreislauf seit einigen Jahren großer Beliebtheit, weshalb die Möglichkeit ihrer Durchführung bei Anwendung des halbgeschlossenen Systems sehr hoch eingeschätzt werden kann. Die Indikation zur Anwendung des hier beschriebenen Systems ist also lediglich altersabhängig, d. h. als untere Grenze wird das 4. Lebensjahr angenommen. Der Grund dieser Limitierung liegt in der Konstruktion der hier zur Verfügung stehenden Draeger-Kreislauf-Narkoseapparate. Bei den geringen Atemvolumina der Kleinkinder unter 4 Jahren besteht, trotz der Leichtgängigkeit der Ein- und Ausatemventile, nicht die Garantie, daß eine sogenannte Pendelatmung, d. h. teilweise Rückatmung der mit CO_2 angereicherten Expirationsluft, sicher ausgeschlossen ist. Die Ursache liegt einerseits an dem relativ großen Totraum, der durch die Gesichtsmaske oder Tubus und Y-Stück gebildet wird, andererseits in der Elastizität der Falten-schläuche, die bei den schwankenden Druckverhältnissen durch die spontane oder kontrollierte Atmung eine windkesselartige Funktion übernehmen. Dies trifft besonders für den Falten-schlauch auf der Einatemseite zu, der einen – wenn auch nur geringen – Teil der Expirationsluft aufnimmt. Bei sehr geringen Atemvolumina und sehr lang dauernden Narkosen kann dies u. U. eine Rolle spielen. Hierzu muß allerdings einschränkend bemerkt werden, daß Untersuchungen durch das Herstellerwerk angeblich keine Pendelatmung auch bei geringsten Atemvolumina ergeben haben. Bei Anwendung der halbgeschlossenen Methode kommen Lachgas-Sauerstoff im Verhältnis 2:1, sowie Halothan oder Äther zur Anwendung. Die Ätherverdampfung erfolgt durch die üblichen einstellbaren Verdampfungsgläser mit Docht, die Halothan-

verdampfung durch Spezialverdampfungsgläser, welche anstelle der Äthergläser angeschlossen werden können, oder aber durch die Äther-Verdampfungsgläser selbst, aber nach Entfernung des Doctes. Außerdem wird auch im halbgeschlossenen System der kalibrierte Fluotec angewandt, der hier außerhalb des Kreislaufsystems, d. h. zwischen Narkoseapparat und Kreislaufteil, eingeschaltet wird.

Die gefahrlose Anwendung der Äthergläser zur Halothan-Verdampfung wurde erst möglich, nachdem exakte Messungen der Dampfkonzentration in Abhängigkeit von der Verdampfereinstellung und dem Atemvolumen durchgeführt worden waren. Diese Messungen wurden mit dem VONDERSCHMITT'schen Narkometer durchgeführt und ergaben gut verwertbare Eichkurven (S. ABDELHAMID) (s. Abb. 8).

Die Halothankonzentrationen, welche in der Kinderanaesthesie erforderlich sind, liegen nahe den Erwachsenen Dosen: 1 bis 1,5% in der Einleitungsphase und 0,5 bis 0,8% zur Unterhaltung der Narkose. Bei Einhaltung dieser Dosierung wurden keine durch das Narkotikum bedingten Kreislauf- oder Atemdepressionen beobachtet. Die statistische Auswertung aller seit August 1959 durchgeführten Kindernarkosen im halbgeschlossenen System (ca. 200 Narkosen) zeigt, daß rund 75% davon unter Verwendung von Halothan durchgeführt wurden. Bei 25% kamen nur Lachgas oder Lachgas und Äther zur Anwendung.

e) Nebenwirkungen.

Wohl allen Medikamenten und Narcoticis, die wir zur Vorbereitung und Durchführung einer Kindernarkose verwenden, haften mehr oder weniger starke Nebenwirkungen an. Aber auch diese Nebenwirkungen müssen dem Anaesthesisten bekannt sein, damit es nicht zu folgenschweren Komplikationen vor oder während der Narkose kommt.

Nebenwirkungen bei der Praemedikation:

Neben der wirksamsten Sicherung gegen die verschiedensten vasovagalen Reflexe sind die Belladonna-Alkaloide gerade im Säuglings- und Kleinkindesalter wegen der sekretionshemmenden Wirkung wichtig. Da aber andererseits die sekretionshemmende Wirkung des Atropins in die Wärmeregulation eingreift – da die Abgabe von Wärme durch Schweiß und Durchfeuchtung der Haut verhindert wird – ist die Verabreichung dieses Präparates bei unseren kleinen Patienten an heißen Tagen und bei fieberhaften Erkrankungen äußerst vorsichtig zu handhaben. Insbesondere bei Säuglingen, deren Temperaturregulierung noch nicht voll funktioniert und die somit leicht die sie umgebende Temperatur annehmen, ist eine besondere Vorsicht mit der Dosierung angezeigt. Eine Überdosierung kann zu einem erheblichen Temperaturanstieg führen, der wiederum eine ausgesprochene Krampfbereitschaft auslösen kann. Der gesteigerten Stoffwechsellage nach Atropinvorbereitung muß ebenfalls Rechnung getragen werden; für einen ausreichenden Sauerstoffanteil im Gasgemisch ist zu sorgen, um eine „verschleierte“ Hypoxämie mit all ihren Folgen

auszuschalten. Eine Überempfindlichkeit gegen Atropin (sie äußert sich in einer Rötung des Gesichtes und einer Blässe oder rotweißen Fleckung der Haut, die fast exanthemartig aussehen kann) ist äußerst selten und wurde von uns bisher nicht beobachtet. Außer einer Puls- und Atembeschleunigung findet man ferner die charakteristische sehr weite Pupille.

Die früher sehr beliebte Verabreichung von Morphin-Atropin vor der Operation wird bei Kindernarkosen hier nicht mehr durchgeführt, da auf Grund der unterschiedlichen Resorptionsbedingungen beider Präparate die atemdepressorische Wirkung des Morphins oftmals erst unter der Narkose voll zur Wirkung kommt. Wird dann zusätzlich noch ein Narkotikum mit atemdepressorischer Wirkung verwendet, so kann das zu unliebsamen Komplikationen führen. Uns hat sich als Vorbereitungsmittel das Dolantin bewährt, obwohl es nach FREY gegenüber dem Morphin keine eindeutigen Vorteile besitzen soll. Als Nebenwirkung trat hier in einigen wenigen Fällen Übelkeit, Brechreiz und Erbrechen auf, besonders dann, wenn besondere Umstände eine i. v.-Injektion erforderlich machten. Von einer Praemedikation mit Megaphen (Chlorpromazin) haben wir auf Grund seiner oft erheblichen Nebenwirkungen (Tachycardie, Kreislaufwirkung, hypothermer Effekt) abgesehen, sofern nicht diese Wirkung in besonderen Fällen (Durchführung einer Hypothermie mit kontrollierter Hypotonie) erwünscht war.

Nebenwirkungen der Narcotica:

Unter den Nebenwirkungen, die dem Äther anhaften, seien nur folgende erwähnt:

- Speichelfluß und bronchiale Verschleimung,
- häufiges postoperatives Erbrechen,
- häufige starke Excitation,
- besonders für Kinder unangenehmer Geruch und
- die Explosionsgefahr.

Den Speichelfluß und die bronchiale Verschleimung versuchen wir durch eine entsprechende Atropin-Medikation zu unterbinden, zur Vermeidung des postoperativen Erbrechens verabreichen wir praeoperativ Antiemetica. Es hat sich aber gezeigt, daß diese Nebenwirkung selbst bei Verabreichung von Peremesin forte oder Vomex A nicht ganz ausgeschaltet werden kann. In wieweit hier die örtlichen Reizerscheinungen des Äthers auf die Magenschleimhaut eine Rolle spielen, oder ob noch weitere Faktoren für das Erbrechen verantwortlich zu machen sind, ist noch nicht ganz geklärt.

Bei Einleitung der Tropfnarkose mit Halothan gelang es uns fast immer, einen reibungslosen Übergang zum Äther zu erzielen. Dabei wird nicht nur ein Hustenreiz vermieden, sondern Laryngospasmus und Excitation treten wesentlich seltener auf als bei Einleitung mit Chloräthyl oder Äther allein. Dies wird einmal auf den lokal-anaesthetischen Effekt des Halothans zurückgeführt, zum anderen flutet das Narkotikum auf Grund seines hohen Öl-Wasserlöslichkeitskoeffizienten rasch an, so daß damit auch das Excitationsstadium rasch durchschritten wird. Durch Einleitung mit Halothan ersparen wir den Kindern weiter-

hin den psychisch unangenehmen Eindruck, ein schlecht riechendes Narkosegas einatmen zu müssen.

Bei Anwendung des Äthers in der offenen Tropfmethode haben wir zur Vermeidung einer Explosionsgefahr von der Verwendung der Elektrokoagulation abgesehen. Wurde Äther im halbgeschlossenen System benutzt, so wurden durch Erdung von Patient, Op.-Tisch, Narkoseapparat und Anaesthesist entsprechende Sicherheitsbedingungen geschaffen.

Die günstigen Erfahrungen, die wir bei unseren zahlreichen Kindernarkosen mit Halothan gemacht haben, geben uns Veranlassung, im Halothan zwar nicht das ideale, aber doch ein sehr gutes Inhalationsnarkotikum zu sehen. Gerade bei der Narkose im halbgeschlossenen System haben wir die Verwendung von Äther zugunsten des Halothans weitgehend eingeschränkt. Grundbedingung dazu ist jedoch die fortlaufende Überwachung des Patienten. An Nebenwirkungen sind zu beachten sein depressorischer Effekt auf Kreislauf und Atmung bei höherer Konzentration. Die Dosierung richteten wir nach dem Verhalten des Kreislaufes, wobei bei Normotonen ein systolischer Druck von 80–90 mm Hg als untere Grenze angesehen wurde. Da – wie bereits berichtet – das Halothan rasch an- und abflutet, läßt sich die Narkose leicht steuern und durch Verminderung der Konzentration der Blutdruck auch wieder anheben. Bei normaler Dosierung des Fluothans bleibt das Atemvolumen im normalen Bereich, in wenigen Fällen konnten wir bei Steigerung der Atemfrequenz auf 30 und mehr pro Minute ein Absinken des Atemminutenvolumens beobachten. Auf Grund des raschen Wirkungseintrittes ist bei der Einleitung der Tropfnarkose mit Halothan darauf zu achten, daß das Mittel nicht überdosiert wird. Unter Absinken des systolischen Druckes und Flacherwerden der Atmung tritt bald eine Cyanose ein. Solche Zwischenfälle unterlaufen besonders dem Anfänger häufig, jedoch tritt nach Absetzen des Halothans und Ventilation durch Mund-zu-Mund-Beatmung oder Beatmung über die Maske rasch wieder eine Erholung ein.

Von den Nebenwirkungen, die den Barbituraten anhaften, sei an erster Stelle die Atemdepression genannt, die sich unter Umständen bis zur Asphyxie steigern kann. Wir bevorzugen an der hiesigen Klinik das Trapanal (Thiopental), das individuell dosiert wird und wobei jeweils nur eine Einschlafdosis gegeben wird. Die Narkose wird dann mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch unter Verwendung von Halothan als Adjuvans weitergeführt. Als weitere Nebenwirkung wäre das Auftreten eines Laryngospasmus zu nennen, der durch zu frühes Einlegen eines Mundtubus ausgelöst werden kann. Stärkere Gewebsreaktionen nach versehentlicher paravenöser Injektion traten nie auf, versehentliche intraarterielle Injektionen wurden im Berichtszeitraum nicht beobachtet. Bei Patienten mit Leberschaden, bzw. sonstigen Stoffwechselschäden wurde Thiopental besonders vorsichtig gegeben und dann auch nur in ganz geringer Dosierung.

Nebenwirkungen der Relaxantien.

An sich bestehen für sämtliche Muskelrelaxantien in der Kinderanaesthesie keine außergewöhnlichen Einschränkungen. Wir haben jedoch im allgemeinen

von der Verabreichung von Relaxantien vor Ende des 2. Lebensjahres abgesehen. Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder wurden in tiefer Äthernarkose intubiert, die Spontanatmung der kleinen Patienten wurde unter stärkerer Beatmung mit Narkosegas überstimmt. Wurde vor Erreichung des 2. Lebensjahres die Gabe eines Muskelrelaxans erforderlich, so wurde ausschließlich Lysthenon (Succinylcholinchlorid) verabreicht. Störende Nebenwirkungen sind uns dabei nicht aufgefallen. Bei Kleinkindern und Kindern haben wir – speziell bei Abdominal-Operationen – auch Methyl-Curarin (Dimethyltubocurarinjodid) gegeben, ohne daß es dabei zu auffälligen Komplikationen gekommen wäre. Genaue postoperative Überwachung ist jedoch erforderlich, besonders im Hinblick auf eine mögliche Recurarisierung nach vorausgegangener Antidot-Medikation (Prostigmin).

f) Komplikationen.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten von Komplikationen bei Lokalanästhesie und Narkose. An sich sind zwar derartige Zwischenfälle bei Kindern selten; wenn sie aber eintreten, sind sie meist überraschend und führen nicht selten zu irreversiblen, schweren Schäden des Kranken oder unter Umständen sogar zum Tode.

Die Komplikationen, die während oder nach einer Kindernarkose auftreten können, seien hier in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit – wenn auch den Umständen halber unvollständig – aufgezeichnet.

Nach FREY können wir die Komplikationen folgendermaßen einteilen:

Komplikationen von Seiten

1. der Atmung,
2. des Kreislaufs,
3. des Nervensystems,
4. des gastro-intestinalen Systems,
5. des Urogenitalsystems,
6. des Stoffwechsels.

1. Atmung.

Die Aufrechterhaltung der Atmung ist die erste Voraussetzung für einen normalen Gaswechsel, das heißt ausreichende Sauerstoffzufuhr und ausreichende CO₂-Abgabe. Vor allem ist dabei für eine unbedingte Freihaltung der Atemwege Sorge zu tragen. Nicht selten treten Komplikationen auf durch Aspiration von Sekret, Blut oder Erbrochenem, durch Zurücksinken der Zunge und des Kiefers während der Narkose. Auch die endotracheale Intubation kann keine absolute Sicherheit für einen freien Atemweg bieten, denn auch der Trachealtubus kann durch Schleim, Eiter oder durch Abknickung verlegt sein. Besonders ist zu beachten, daß bereits eine geringfügige Verschleimung der Trachea – und Kinder verschleimen bekanntermaßen viel leichter als Erwachsene – die Belüftung der Lunge ganz erheblich herabsetzt. Das Kind sollte also schon

möglichst während der Narkose gründlich abgesaugt werden. DIGBY LEIGH nennt als Voraussetzung Nr. 1 bei der Kindernarkose die Vermeidung einer Hypoxie, die durch einen hohen Sauerstoffgehalt des Narkosegases, Freihaltung der Atemwege und ausreichende Ventilation der Lungen ausgeschaltet werden könne. Unzureichende Atmung (Spontan- oder assistierte Atmung, Beatmung), also Sauerstoffmangel und CO_2 -Anreicherung, beeinträchtigen sehr bald die Tätigkeit des Herzens in Form von Frequenzänderungen, Arrhythmie und Blutdruckschwankungen als Ausdruck einer Änderung der Schlagkraft und des Schlagvolumens. Jede Hypoxie führt bei längerem Bestehen zu schweren, ja teilweise irreparablen Schäden des Gehirns, des Herzens, der Leber, der Nieren und anderer Organe. Wenn auch – wie bereits erwähnt – die Sauerstoffdissoziationskurve im Blut beim Säugling günstiger liegt als beim Erwachsenen, so berechtigt diese Tatsache nicht zu der Annahme, daß damit auch eine höhere Toleranz gegenüber einem Sauerstoffmangel verbunden sei. KILLIAN betont, daß einmal der O_2 -Bedarf des Neugeborenen und des Säuglings vergleichsweise doppelt so hoch sei wie der des Erwachsenen, andererseits das Atemzentrum wesentlich empfindlicher auf einen Sauerstoffmangel reagiert.

Als postoperative, bzw. postnarkotische Komplikationen seien angeführt das Auftreten eines Glottisödems nach Intubation, die Aspiration von Schleim, Blut oder Erbrochenem in der Abflutungs- und Aufwachphase vor Rückkehr des Brechreflexes (besonders nach Inhalationsnarkosen z. B. mit Äther) sowie ungenügende Ventilation der Atemwege, sei es durch Verlegung der Atemwege oder durch eine Verkleinerung der Atemfläche (Atelektasen, Bronchopneumonien etc.). DIGBY LEIGH, ZINDLER, IRMER und KOSS berichten auf Grund eigener Erfahrungen, daß das Glottisödem nicht so häufig sei, wie allgemein angenommen. Wir selbst haben in dem erwähnten Berichtszeitraum ebenfalls das Auftreten einer solchen Komplikation nach Intubationsnarkose nicht eintreten sehen.

2. Komplikationen von Seiten des Kreislaufs.

Gegenüber der Gefährdung des Kindes durch eine Ateminsuffizienz und durch eine Asphyxie erscheint der kindliche Kreislauf wesentlich widerstandsfähiger zu sein. Das gilt besonders für das Neugeborene, da ja diese Zentren ontogenetisch älter und damit ausgereifter sind als das Atemzentrum. Wesentlich ist jedoch hier zur Vermeidung von Zwischenfällen ein adäquater Blut- und Flüssigkeitsersatz. Während relativ große Flüssigkeitsverluste beim Erwachsenen noch ausgeglichen werden können (Engerstellung der Peripherie, Entleerung der Blutdepots), führt ein ungleich geringerer Blutverlust beim Säugling und Kleinkind zu schweren und schwersten Schockzuständen. Eine Übertransfusion allerdings ist bei der erheblichen Oedemneigung und Schwellungsbereitschaft verhängnisvoll und deshalb zu vermeiden. So wird z. B. für Säuglinge als grobe Faustregel angegeben, nicht mehr als 100 ccm Blut zu transfundieren. Wir haben es uns zur Selbstverständlichkeit gemacht, bei allen größeren Eingriffen im Säuglings-, Kleinkindes- und Kindesalter vor Einleitung der Narkose eine entsprechend dicke Kanüle anzulegen, bzw. eine Venaesectio durchzuführen. Somit lassen sich unliebsame Zwischenfälle vermeiden, da jeder-

zeit der Blut- oder Flüssigkeitsverlust durch entsprechend schnelles In- oder Transfundieren ausgeglichen werden kann. Nur in solchen Fällen, in denen ein einmal eingetretener Schockzustand trotz reichlicher Flüssigkeitszufuhr nicht behoben werden kann, werden Kreislaufmittel verabreicht, wobei wir dem Hypertensin* bzw. dem Arterenol* den Vorzug geben. Besondere Aufmerksamkeit verlangen Kinder, bei denen der Kreislauf bereits vor Einleitung der Narkose „vorgeschädigt“ ist (vorgeschädigtes Herz, toxisch veränderter Kreislauf etc.). DIGBY LEIGH sieht in der Verwirklichung folgender Punkte die Vermeidung eines Schockzustandes: das Hämoglobin nicht unter 60% absinken zu lassen, jeden Blutverlust sofort zu ersetzen, eine Kreislaufdepression zu verhüten durch Vermeidung einer Überdosierung oder einer Hypoxie.

3. Nervensystem.

Der Sauerstoffmangel, der wie schon mehrfach erwähnt, in der Kindernarkose eine Hauptgefahr darstellt, führt nach KUCHER sehr leicht zu einem Hirnoedem. Von anderen Autoren wird die erhöhte Krampfbereitschaft und das Versagen des Atemzentrums infolge Asphyxie erwähnt. Cerebrale Schädigungen, insbesondere Intelligenzdefekte, sind als Hypoxiefolge beschrieben.

Krampfstörungen, wie sie gerade bei Äthernarkosen im anglo-amerikanischen Schrifttum beschrieben wurden (WILSON, PINSON, TAYLOR, alle zitiert nach KILLIAN), die aber auch, wenn auch seltener, nach anderen Narkosearten festgestellt wurden, haben wir hier nicht erlebt. Auch zentrale Ausfallerscheinungen und organische Schäden des Gehirns wurden nicht beobachtet, die auf eine fehlerhafte Durchführung der Narkose zurückzuführen gewesen wären. Ebenfalls kamen keine Schäden an peripheren Nerven vor, die durch eine unsachgemäße Lagerung der kleinen Patienten hervorgerufen sein könnten.

4. Schäden des Gastrointestinalsystems.

Zu dieser Gruppe der Komplikationen zählen wir das postnarkotische Erbrechen, den Meteorismus, die Magen-Darm-Atonie sowie lokale Schädigungen nach rectaler Verabreichung von Narcoticis.

Postnarkotisches Erbrechen trat, abgesehen von Brechreiz und Erbrechen nach reinen Äther-Tropfnarkosen, bei unseren Kindernarkosen kaum noch auf. Das liegt wohl daran, daß einmal durch Kombination verschiedener Mittel die Dosierung gering gehalten werden kann und dadurch toxische Schäden vermieden werden, zum anderen durch die Einführung der Intubationsnarkose verdampfende Narcotica durch Verschlucken nicht mehr in den Magen gelangen können. Durch Verabreichung von Antiemetica vor der Narkose wird die Brechneigung ebenfalls herabgesetzt. Nach den mit Halothan durchgeführten Narkosen sehen wir postoperativ praktisch kein Erbrechen mehr. Während oder nach der Narkose aufgetretener Singultus läßt sich in den meisten Fällen durch eine kleine Gabe von Dolantin i. v. unterbinden.

*) Hypertensin: Hypertensin-II-amid, im Handel als Angiotonin-CIBA
Arterenol: Noradrenalin

Meteorismus nach der Operation ist wohl in der Mehrzahl der Fälle als Komplikation, bzw. „natürliche“ Folge der Operation selbst anzusehen (besonders nach intraabdominellen Eingriffen). In einigen wenigen Fällen haben wir eine Luftaufbläsung des Magens bei Beatmung über die Maske gesehen. Die Beschwerden klangen aber nach Einlegen eines Magenschlauches rasch wieder ab.

Lokale Schädigung nach Rectalnarkosen wurden nicht beobachtet, weil wir lediglich nur noch Barbiturate in kleinen Dosen rectal geben (Avertin-Narkosen werden hier nicht mehr durchgeführt).

5. Urogenitalsystem.

Störungen der Miktion treten besonders nach langen Narkosen auf und hängen mit einer zentralen oder peripheren Störung des Automatismus der Blasenentleerung und Tonusverlust zusammen. Am häufigsten haben wir diese Unannehmlichkeit nach Unterbauchoperationen auftreten sehen, was wohl auf örtliche Einflüsse und Störung der vegetativen Innervation schließen läßt. Im allgemeinen lassen sich diese Unannehmlichkeiten leicht beseitigen, wenn man selten auch gezwungen ist, in den ersten postoperativen Tagen eine künstliche Entleerung der Blase mittels eines Katheters durchführen zu müssen. Die postnarkotische Oligurie und passagäre Anurie sind im allgemeinen nicht gefährlich. Sie lassen sich beheben, wenn der Wasserhaushalt ausgeglichen ist und der Ultra-Filtrationsdruck in dem glomerulo-tubulären Apparat durch Erholung des Kreislaufs wieder normale Höhe besitzt. Da die Ultra-Filtration aber nicht nur von dem Blutdruck, sondern auch von dem osmotischen Druck und dem Proteinspiegel im Blut abhängt, wird verständlich, daß eine hartnäckige Anurie oder Oligurie besonders dann auftritt, wenn eine langdauernde Blutdrucksenkung, Hypoproteinämie oder fixierte Acidose vorliegen. Diese müssen also primär behandelt werden.

6. Störungen des Stoffwechsels.

Die Störungen, die von Seiten des Stoffwechsels während und nach der Narkose auftreten können, sind sehr mannigfach. Es seien hier nur erwähnt die Veränderung der Blutzuckerwerte, der Anstieg der Ketonkörper im Blut, Veränderungen der Alkalireserve, des Grundumsatzes, Wirkung der Narkosemittel auf Leber, Nieren und Pankreas. Besonders schwierig werden die Verhältnisse dann, wenn bereits vor Narkosebeginn ein „kranker“ Stoffwechsel vorgelegen hat.

Auf Einzelheiten kann hier leider nicht eingegangen werden, da dies den Rahmen der Arbeit überschreiten würde.

VI. Zusammenfassung

Die Anaesthetie bei Kindern stellt besondere Anforderungen an den Anaesthesisten, da die beim Erwachsenen üblichen Mittel und Methoden nicht einfach auf das Kind übertragen werden können, sondern den besonderen anatomischen und physiologischen Verhältnissen des Säuglings und Kleinkindes angepaßt werden müssen. Wegen der Kleinheit und Zartheit der Verhältnisse, wegen der geringen therapeutischen Breite der Narkosemittel und der erhöhten Empfindlichkeit von Atmung und Kreislauf sollen Kindernarkosen nur von besonders hierin ausgebildeten und erfahrenen Anaesthesisten durchgeführt werden.

Dieses Vorgehen hat sich bei den an den Mainzer Universitätskliniken durchgeführten Kindernarkosen bewährt. In den 12 Monaten vom 1. August 1959 bis 31. Juli 1960 wurden zum Beispiel an der Chirurgischen Universitätsklinik in Mainz 513 Narkosen bei Kindern vorgenommen. Allein 65 (12,5%) der Kinder waren 1–365 Tage alt. Hieraus geht schon die heute mögliche starke Verschiebung der Operationsindikationen bis in das Neugeborenenalter und das erste Trimenon hervor – ein Alter, in dem früher nur höchst ungern operiert wurde.

20% der Kinder wurden intubiert, so daß auch groß-chirurgische Eingriffe in erheblicher Zahl durchgeführt werden konnten. Besonders erwähnenswert sind Operationen für Oesophagusatresien bei Neugeborenen und Hemicolektomien bei Megacolon, die erfolgreich durchgeführt werden konnten. Nur durch die Anaesthetie bedingte Todesfälle traten in der Berichtszeit nicht auf.

VII. Literaturverzeichnis

- Adriani, J. and Th. Griggs: Anesthesiology **14**, 337 (1953);
15, 466 (1954)
- Anderson, Scheila M.: Brit. J. Anaesth. **32**, 125 (1960)
- Artusio, J. F.: J. Amer. Med. Ass. **157**, 33–36 (1955)
- Beecher, K. H. and D. Todd: A study of the deaths associated with anaesthesia and surgery.
Springfield/Jll., U. S. A.
Charles C. Thomas Publisher.
- Collins, V. J.: Principles and Practice of Anaesthesiology.
Philadelphia: Lea a. Febiger (1952)
- Cohen, D. u. V. Hercus: Brit. Med. J. **5135**, 1435 (1959)
- Eckenhoff, J. E.: Anesthesiology **12**, 401 (1951)
- Frey, R.: Hefte zur Unfallheilkunde **55**, 51–64 (1956)
Moderne Anaesthesieverfahren,
Vortrag am 7. u. 8. 3. 1958 auf dem
Unfallkongreß in Tübingen.
Therapiewoche 1956, 9/10, 237
Die Phenothiazinderivate in der Anaesthesie
und Chirurgie, Jena:
Gustav Fischer, 230 (1958)
- Frey, R. u. a.: Lehrbuch der Anaesthesiologie;
Berlin, Göttingen, Heidelberg.
Springer-Verlag (1955)
- Frey, R. u. K. H. Weis: Zentralbl. f. Chirurgie (im Druck)
- Gohrbandt, E. u.
E. V. Redwitz: Lehrbuch der Chirurgie, Jena:
Gustav Fischer (1956)
- Grosse-Brockhoff, F.: Deutsche Med. Wschr. **1957**, 1442–1444
- Gwathmey, I. T. u.
H. T. Karsnar: Brit. Med. J. **1**, 254–257 (1918)

- Hodges, Hammer: Intravenous anaesthesia for infants and children. Communication read to the Association of Anaesthetists of Great Britain, Annual Meeting at Stratford (1959)
- Hosemann, H.: Schmerzlinderung mit Trichloräthylen, München: Urban u. Schwarzenberg (1953)
- Hügin, W.: Die Grundlagen der Inhalationsnarkose, Basel: Benno Schwabe 97–98 (1951)
- Jüngling, O.: Die Medizinische **1**, 557–558 (1954)
- Killian, H. u. H. Weese: Die Narkose, Stuttgart: Thieme (1954)
- Körner, F.: Der Anaesthetist **2**, 152 (1953)
- Kreuscher, H.: Münch. med. Wschr. **8**, 293–298 (1958)
- Lee, J. Alfred: A Synopsis of Anaesthesia, John Wreight and Sons, Bristol (1959)
- Leigh, D.: Der Anaesthetist **3**, 65–68 (1956)
- Leigh, D. and M. K. Belton: Pediatric Anaesthesia, New York: Macmillan and Co. (1949)
- Lewis, G. B. and D. Leigh: Anaesthesia and Analgesia **37**, 20 (1958)
- Lundy, J. S.: J. Amer. Med. Ass. **157**, 1399–1403 (1955)
- Macon, E. B. and H. D. Bruner: Anesthesiology **11**, 313 (1950)
- Nicole, R.: Der Anaesthetist **3**, 83–84 (1960)
- Rees, G. Jackson: Brit. Med. J. **2**, 1419 (1950)
- Sadove, M. S. and T. J. Frye: J. Amer. Med. Ass. **164**, 1729 (1957)
- Schmitz, Th.: Der Anaesthetist **3**, 91 (1960)
- Schöldgen, W.: Medizinische Klinik **25**, 1119 (1960)
- Stead, A. L.: Brit. J. Anaesth. **27**, 124–130 (1955)
- Telford, J. and A. S. Keats: Anesthesiology **18**, 841 (1957)

VIII. Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1: Durchmesser von Glottis und Ringknorpel (nach JÜNGLING).	46
Tab. 2: Praemedikation bei Kindern (nach CHOTT).	47
Tab. 3: Dosierung von Phenothiazinderivaten, Meperidin (Dolantin) und Scopolamin nach Alter und Gewicht (nach SADOVE und FRYE).	48
Tab. 4: Rectale Narkosemittel (nach SCHOSTOK).	49
Tab. 5: Die Maße der endotrachealen Katheter (nach O. MAYRHOFER).	50
Tab. 6: Länge der kindlichen Trachea (nach ADRIANI und GRIGGS).	51
Tab. 7: Die klinisch wichtigen muskelerschlaffenden Substanzen (nach R. FREY).	52
Tab. 8 a-e: Gesamtzahl der in der Zeit vom 1. 8. 1959 bis zum 31. 7. 1960 an der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz durchgeführten Kindernarkosen.	53

Tab. 1

Durchmesser von Glottis und Ringknorpel
(nach JUNGLING)

Alter	Durchmesser in mm	
	Glottis	Ringknorpel
1— 4 M	4,8	4,2
6 M	5,0	4,2
8 M	5,1	4,4
10 M	5,2	4,6
17 M	5,5	4,6
22 M	6,3	4,8
2 J	6,3	5,1
3 J	6,5	5,3
4 J	7,0	5,5
7 J	8,0	6,0
10 J	8,2	7,0
14 J	8,8	8,0

Praemedikation bei Kindern (nach CHOTT)

Alter	Gewicht in kg	Barbiturate		Belladonna		Opiate	
		Nembutal P.O.	Thiopental rectal	Atropin s. c., i. m.	Scopolamin s. c., i. m.	Morphin s. c., i. m.	Dolantin s. c., i. m.
bis 6 M.	3,2-7,2						
6-12 M.	7,2-9,0		4 ml 5% }	0,15 }	0,1 }		
12-18 M.	9 - 11		5 ml 5% }			1	10
18-24 M.	11 - 12		3-5 ml 10% }	0,2 }	0,15 }	2	20
2-3 J.	12 - 14		4 ml 10% }			2	20
3-5 J.	14 - 18		5 ml 10% }	0,3 }	0,2 }	3	30
5-8 J.	18 - 22	32-48	5-7 ml 10% }			4	40
8-10 J.	22 - 30		7-10 ml 10% }	0,4 }	0,3 }	5	50
10-12 J.	30 - 36	64				6	60
12-14 J.	36 - 40		10 ml 10%	0,5	0,4	7-8	70-80

Alle Dosen sind in mg angegeben.

Tab. 3

**Dosierung von Phenothiazindrivaten, Meperidin (Dolantin)
und Scopolamin nach Alter und Gewicht**

(nach SADOVE und FRYE)

Alter	Gewicht Lb	Promethazin mg	Meperidin mg	Scopolamin mg
0 – 2 M.	7–10	3,5– 5,0	3,5– 5,0	0,1
2 – 4 M.	10–14	5,0– 7,0	5,0– 7,0	0,14
4 – 6 M.	14–16	7,0– 8,0	7,0– 8,0	0,15
6 –12 M.	16–22	8,0–11,0	8,0–11,0	0,16
12–18 M.	22–25	11,0–12,5	11,0–12,5	0,17
18–24 M.	25–27	12,5–13,5	12,5–13,5	0,17
2 – 3 J.	27–30	13,5–15,0	13,5–15,0	0,2
3 – 5 J.	30–40	15,0–20,0	15,0–20,0	0,2
5 – 8 J.	40–55	20,0–27,5	20,0–27,5	0,4
8–10 J.	55–65	27,5–32,5	27,5–32,5	0,4
10–12 J.	65–80	32,5–40,0	32,5–40,0	0,5

Rectale Narkosemittel (nach P. SCHOSTOK)

Name	Formel	Dosierung	Bemerkungen
Ätheröl	$C_2H_5OC_2H_5$ 60% und Öl 40%	30 ml/5 kg Gew.	nicht mehr üblich.
Hedonal	$NH_2COOCH(CH_3)C_3H_7$	0,1–0,2 g/kg Gew.	H. wird nicht mehr angewandt.
Chloralhydrat	$CCl_3 CH (OH)_2$	0,25–3,0 g Gesamtdosis	mit 30 ml Haferschleim gut vermischt rectal.
Paraldehyd	$(CH_3 CHO)_3$	0,5 g/kg Gew.	als 10%ige Lösung mit Stärkezusatz.
Magnesiumsulfat	$Mg SO_4 \cdot 7 H_2O$	15,0–30,0 g Gesamtdosis	intramuskuläre oder intravenöse Verabreichung bevorzugt, eurari-forme Wirkung.
Evipan	Na-N-Methyl-cyclohexenyl-methylbarbiturat	0,03–0,05 g/kg Gew.	10%ige Lösung.
Eunacron	N-methyl-isopropyl- β -bromallyl-Barbitursäure	0,023 g/kg Gew.	Höchstosis 1,0 g.
Rectidon	Na-Amyl-bromallyl-Barbiturat	0,1–0,15 g/kg Gew.	Supp. und flüssig.
Thiobarbiturat	Na-Äthyl-methyl-butyl-Thiobarbitursäure	0,02–0,04 g/kg Gew.	5–10%ig, flüchtige Wirkung, initiale Basisnarkose.
Avertin	$CBr_3CH_2 OH$	0,06–0,1 g/kg Gew.	stärkstes Basisnarkotikum.

Tab. 5

Die Maße der endotrachealen Katheter
(nach O. MAYRHOFER)

Alter des Patienten	Magill Nr.	Charière Nr.	Äußerer Durch- messer mm	Querschnitt mm ³	oral cm	Länge cm	nase cm
0-0,25	00	13	4,3	15	10-11		12
	0A	16	5,3	22,3			
0,25-0,75	0	17	5,6	25	10-11,5		13
0,75-1,5	1	18	6,0	28,3	11,5-12,5		14
1,5-2,5	2	20	6,6	35	12-13,5		15
2,5-5	3	23	7,6	46	14-15,5		17
5-7	4	25	8,3	54,5	15-17		19
8-9	5	27	9,0	63,5	16-17		20
10-12	6	29	9,6	73,5	17-18		
über 12	7	30	10,0	78,5	17-19		21
	8	32	10,6	89	18-20		
	9	34	11,3	101	20		22
	10	37	12,3	120			23

Tab. 6

Länge der kindlichen Trachea
(nach ADRIANI und GRIGGS)

Gewicht des Kindes in Gramm	Durchschnittliche Entfernung von der Stimmritze bis zur Carina in cm
900—1825	4,5
5000	5,5
7500	6,5
13500	8,0

Die klinisch wichtigen muskelschlaffenden Substanzen (nach R. FREY)

Gruppe:	Chemischer Name:	Firmenname:	Membran-aktivität	Elektrische Aktivität	Klinische Bedeutung	Zusätzlich zur wichtigsten Gegenmaßnahme (O ₂ -Beatmung) verwandte Antidote
Anorganische Salze	MgSO ₄ u. MgS ₂ O ₃ Mg-ascorbicum CaCl ₂ Calcium gluconicum	Magnesium (thio)sulfat Magnorbin Calcium	ab dichtend	repolari- sierend +	Narkose bei Tetanie	Calciumchlorid
Curaregruppe	dT C Cl Dimethyl-dT C Cl Gallamin	Curarin Methylcurarin Flaxidil				
Dekamethonium- gruppe (Leptocurare)	Dekamethonium (C 10) Succinylcholin- chlorid Succinylcholin- jodid	Syncurin Lysthenon Succinyl (Asta) Pantolax Celocurin	auflockernd	depolari- sierend —	Anaesthesie und Elektroschock Anaesthesie und Elektroschock Frakturereinrichtung, Endoskopie	kein praktisch brauchbares Antidot (Mittel der Curaregruppe, wirken antago- nistisch, ebenso Penta- und Hexa- methonium!) Kalium (Konserven- blut enthält viel Ka.)
						Physostigmin Prostigmin Pyridostigmin (Mestinon) Tensilon Calcium Cardiazol und andere Sympathico- mimetica (Myasthenol)

Tab. 7 (Fortsetzung)

Gruppe:	Chemischer Name:	Firmenname:	Membran-aktivität	Elektrische Aktivität	Klinische Bedeutung	Zusätzlich zur wichtigsten Gegenmaßnahme (O ₂ -Beatmung) verwandte Antidote
Myanesingruppe (Rückenmarkswirksame Relaxantia)	Dihydroxymethylphenoxymethyloxypropan	Myanesin Tolserol Curarythan Byk M 1	abdichtend	repolarisierend	Parkinsonismus (per os)	Strychnin Cardiazol und andere Sympathicomimetica
	Guayacolglycerin-äther	Myocain My 301			Anästhesie für kleine und mittlere Eingriffe an Extremitäten, Unterbauch, Kopf	
Adjuvantia	Novocainamid	Pronestyl Novocainid Novocain Ather pro narcosi	abdichtend	repolarisierend +	zur Verstärkung der Wirkung der Relaxantia verdreifacht die Curarewirkung	
	Procain Äthyläther					
Acetylcholinesterasegifte	Physostigmin Pyridostigmin Tetraiso-propylpyro-phosphat Diäthyl-p-nitrophenylester der Thiophosphorsäure	Prostigmin Mestinon Myasthenol E 605	auflockernd	depolarisierend -	In kleinen Dosen Antidote der Curaregruppe, in übergroßen Dosen (über 10 mg) selbst lähmend	Atropin Hexamethonium
Toxine von Bakterien und Viren	Botulismustoxin Poliomyelitistoxin		unterbrechen die motorischen Leitungsbahnen im Rückenmark und an der Nervenendigung		führen zum Tod durch Atemlähmung	
					Kongorot Rekonvaleszenzserum γ-Globulin Humanalbumin	

Gesamtzahl der in der Zeit vom 1. 8. 1959 bis zum 31. 7. 1960 an der Chirurg. Univ.-Klinik Mainz durchgeführten Kindernarkosen

Alter	Narkosetechnik				Narkotikum													Zahl der Fälle
	Ges.- Zahl	Tropf	Maske	ITN	Ges.- Zahl	Äther	Chlor- äthyl + Äther	Barb. + Äther	Halo. + Äther	Barb. + N ₂ O	Barb. + Halo.	Halo. + N ₂ O	Halo. + Äther	N ₂ O				
0-1	1-2	2-5	5-10	10-14														
♂ 49	41	93	103	53	339	209	64	66	339	23	6	6	174	1	84	25	20	339
♀ 16	19	34	65	40	174	100	37	37	174	10	-	1	92	1	45	14	11	174
Total:																		513

Neurochirurgie

Alter		Ges.-Zahl	Narkosetechnik	Narkotikum							
			Tropf Maske ITN	Äther	Chlor-äthyl + Äther	Barb. + Äther	Halo. + N ₂ O	Barb. + Halo.	Barb. + N ₂ O	Halo. + Äther	Halo. + N ₂ O
0-1 1-2 2-5 5-10 10-14											
♂	4 1 8 11 8	32	- 1 31	-	-	-	-	28	-	-	4
♀	3 1 2 9 1	16	- - 16	-	-	-	-	1	11	2	2

Tab. 8b

Bauchchirurgie

Alter				Ges.- Zahl		Narkosetechnik		Ges.- Zahl		Narkotikum									
0-1 1-2 2-5 5-10 10-14						Tropf Maske ITN				Äther Chlor- äthyl Barb. Barb. Barb. Halo. Halo. Halo. + + + + + + + + + + + + Äther Äther N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O N ₂ O									
♂ 27	19	43	53	24	166	113	32	21	166	12	4	2	95	1	28	15	9		
♀ 2	6	21	44	30	103	68	29	6	103	6	-	-	64	-	24	8	1		

Extremitäten

Alter				Narkosetechnik		Narkotikum												
				Ges.- Zahl	Tropf	Maske	ITN	Ges.- Zahl	Äther	Chlor- äthyl + Äther	Barb. + Äther	Halo. + N ₂ O	Barb. + Halo.	Barb. + N ₂ O	Halo. + N ₂ O	Halo. + Äther	Halo. + N ₂ O	
0-1 1-2 2-5 5-10 10-14																		
♂	1	1	13	18	15	48	28	19	1	48	1	-	3	24	-	13	5	2
♀	3	3	4	8	6	24	17	5	2	24	2	-	1	14	-	6	1	-

Tab. 8e

Thorax, Hals, Analregion und Sonstiges

Alter			Narkosetechnik			Narkotikum													
			Ges.- Zahl	Tropf	Maske	ITN	Ges.- Zahl	Äther Chlor-äthyl + Äther Barb. + Äther Halo. + Barb. + N ₂ O Halo. + N ₂ O Äther + N ₂ O											
0-1 1-2 2-5 5-10 10-14																			
♂	10	10	10	11	2	43	27	8	8	8	43	5	2	-	20	-	7	5	4
♀	6	4	5	3	2	20	11	2	7	7	20	2	-	-	9	-	4	2	3

IX. Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Verschiedene Endotracheal- und Endonasaltuben	62
Abb. 2: SCHIMMELBUSCH-Maske.	63
Abb. 3: Verschiedene Säuglings- und Kindermasken.	64
Abb. 4a: DIGBY LEIGH, STEPHEN-SLATER-Ventil.	65
Abb. 4b: AYRE'sches T-Stück.	66
Abb. 5: Narkoseapparat (nach DRAEGER).	67
Abb. 6: Narkoseapparat (nach HEIDBRINCK).	68
Abb. 7: Geschlossenes System für Kindernarkosen (nach ADRIANI und GRIGGS).	69
Abb. 8: Narkoseapparat „Pendelsystem“.	70
Abb. 9: Eichkurven (nach S. ABDERHAMID).	71

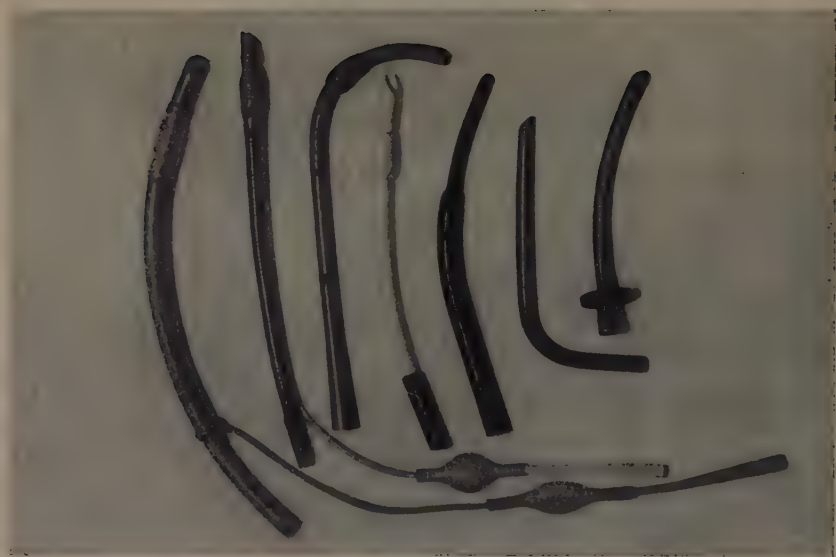


Abb. 1 Verschiedene Endotracheal- und Endonasaltuben



Abb. 2 SCHIMMELBUSCH-Maske



Abb. 3 Verschiedene Säuglings- und Kindermasken

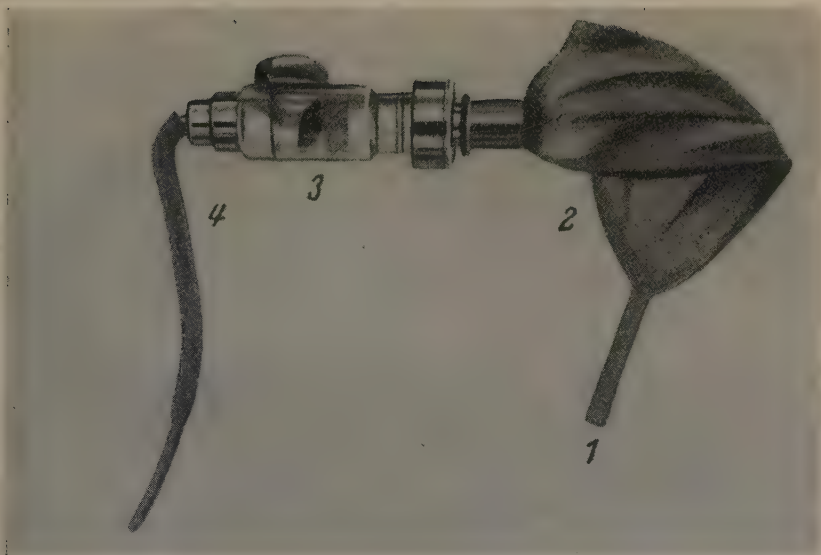


Abb. 4a DIGBY LEIGH, STEPHEN-SLATER-Ventil.

- 1 – Narkosegaszustrom;
- 2 – Atembeutel mit 2–3 Liter Inhalt;
- 3 – Ventilsatz mit Einatem- und Ausatemventil;
- 4 – Ansatzstück zum Trachealtubus.

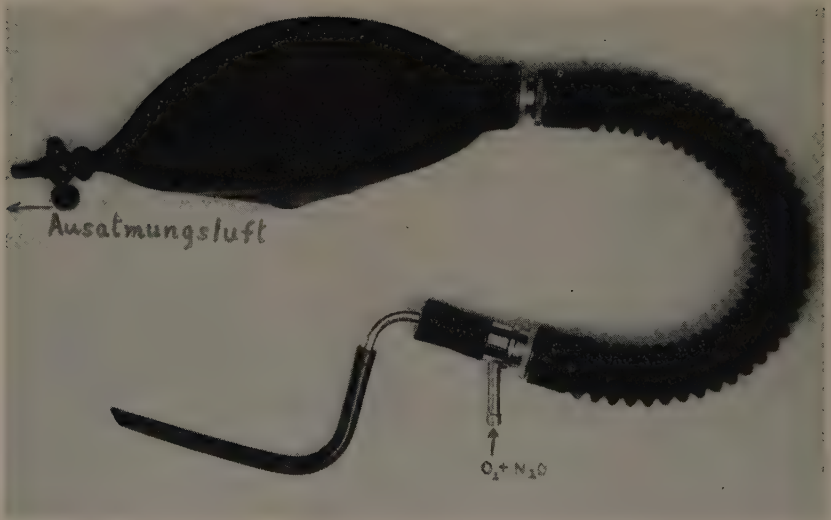


Abb. 4b Säuglingsbeatmungsgerät nach MAGILL und REES
als Weiterentwicklung des AYRE'schen T-Stückes

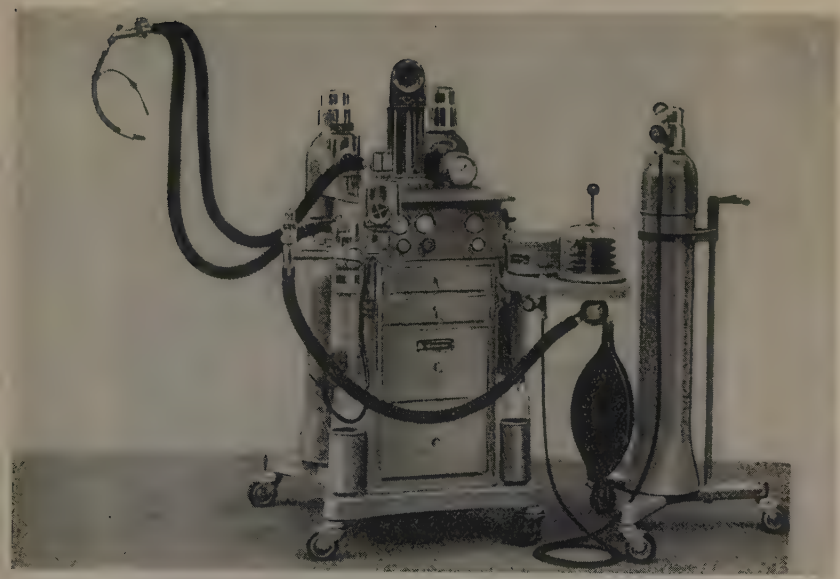


Abb. 5 Narkoseapparat (nach DRAEGER)



Abb. 6 Narkoseapparat (nach HEIDBRINCK)

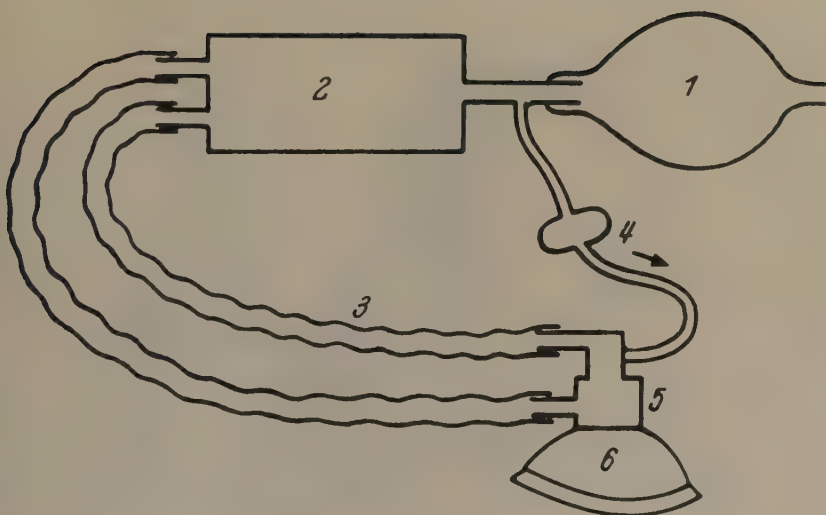


Abb.7 Geschlossenes System für Kindernarkosen (nach ADRIANI und GRIGGS)
mit einem Verbindungsstück ohne toten Raum:

- 1 – Atembeutel; 2 – Kreislaufabsorber mit 2 Kammern;
- 3 – Atemschläuche; 4 – verbindende Gummiröhre mit Ballon
zwischen Atembeutel und Verbindungsstück (5);
- durch Betätigung des Ballons (4) wird der Raum in der Maske (6)
ausgewaschen und die Gaszirkulation im Kreislaufsystem erhöht.

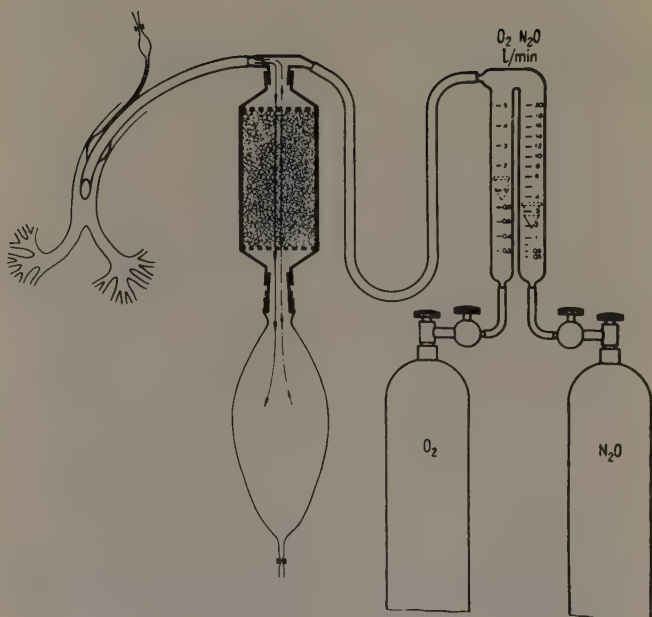


Abb. 8 Narkoseapparat „Pendelsystem“

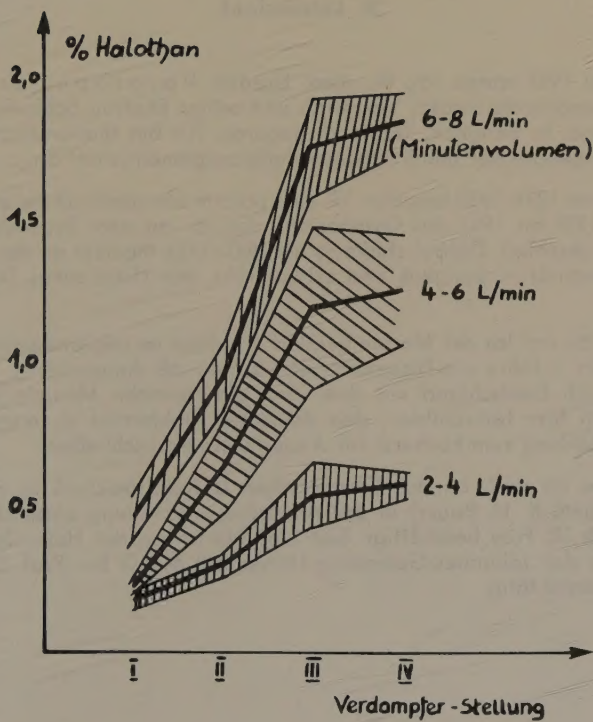


Abb. 9 Eichkurven (nach S. ABDELHAMID)

X. Lebenslauf

Am 31. Mai 1927 wurde ich, Dr. med. Dusdee Vorasaph, als Sohn des Marine-Vizeadmirals Swasdi Vorasaph und seiner Ehefrau Schawiewan, geb. Vichaiwatana, in Bangkok, Thailand, geboren. Ich bin thailändischer Staatsbürger und gehöre der buddhistischen Religionsgemeinschaft an.

In den Jahren 1934–1938 besuchte ich eine private Elementarschule in Bangkok, dann von 1938 bis 1947 das Gymnasium, das ich mit dem Secondary School Certificate abschloß. Darauf studierte ich 1947–1954 Medizin an der Medizinischen Universität in Bangkok und erhielt 1954 den Grad eines Doktors der Medizin.

Im Jahre 1954 trat ich der Marine bei und arbeitete im thailändischen Marine-Krankenhaus 3 Jahre als Frauenarzt und 1 Jahr als Anaesthesist. Ende 1958 kam ich nach Deutschland mit dem Ziel, die deutsche Medizin kennen zu lernen, mich hier fortzubilden, den deutschen Dokortitel zu erwerben und meine Ausbildung zum Facharzt für Anaesthesie abzuschließen.

Zuerst habe ich mich an der Chirurgischen Universitätsklinik in Heidelberg (Prof. Dr. med. K. H. Bauer) in der Anaesthesie-Abteilung unter der Leitung von Prof. Dr. R. Frey beschäftigt. Seit 1960 bin ich an der Hals-, Nasen- und Ohrenklinik der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz bei Prof. Dr. Leicher als Anaesthesist tätig.

Zum Schluß dieser Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. R. Frey meinen herzlichsten Dank für die Stellung des Themas, für seine wertvollen Ratschläge und Literaturhinweise aussprechen.

Herrn Dr. Hennes und Herrn Dr. Kreuscher danke ich für die Durchsicht der Arbeit.

